



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

POLA PERPINDAHAN BESI (Fe) PADA TANAH SAWAH BUKAAN BARU AKIBAT MODIFIKASI SISTEM PEMBERIAN AIR

SKRIPSI



EKA PUTRIANA
06113003

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011

**POLA PERPINDAHAN BESI (Fe) PADA TANAH SAWAH
BUKAAN BARU AKIBAT MODIFIKASI SISTEM
PEMBERIAN AIR**

OLEH

**EKA PUTRIANA
NO. BP 06113003**

SKRIPSI

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Pertanian*

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

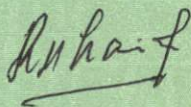
**POLA PERPINDAHAN BESI (Fe) PADA TANAH SAWAH
BUKAAN BARU AKIBAT MODIFIKASI SISTEM
PEMBERIAN AIR**

OLEH

**EKA PUTRIANA
NO. BP 06113003**

MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I



**(Ir. Ruhaimah HB, MS)
NIP. 194601061976022001**

Dosen Pembimbing II




**(Dr. Ir. Darmawan, MSc)
NIP.196609011992031003**

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



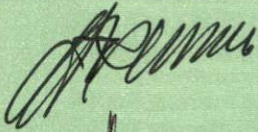
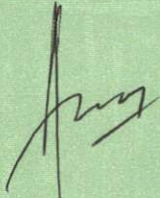
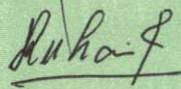
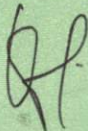
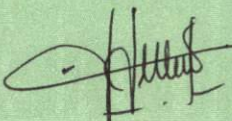
**(Prof. Ir. H. Ardi, MSc)
NIP.195312161980031004**

**Ketua Jurusan Tanah
Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**



**(Dr. Ir. Darmawan, MSc)
NIP.196609011992031003**

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang tanggal 29 Juli 2011

No.	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Dr. Ir. Darmawan, MSc		Ketua
2.	Ir. Asmar, MS		Sekretaris
3.	Ir. Ruhaimah HB, MS		Anggota
4.	Dr. Ir. Gusnidar, MP		Anggota
5.	Dr. Ir. Herviyanti, MS		Anggota



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Eka ucapkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayahNya akhirnya Eka dapat menyelesaikan tulisan ini.

Persembahkan kecilku untuk:

Ayahanda Admiral dan Ibunda Defriati yang telah memberikan segenap daya upaya dan do'anya buat ananda. Terimakasih atas segala pengorbananmu.

Special Thanks To :

My lovely sister Wita (cepat jadi sarjana yaa) terima kasih atas pengertiannya and my brothers Ilhan & Pikri....

Untuk semua keluarga di Muaralabuh & Payakumbuh, juga sepupu2ku...terima kasih untuk semuanya....

Terima kasih banyak untuk Ibu Ir. Ruhaimah HB, MS dan bapak Dr. Ir. Darmawan, MSc yang selalu sabar membimbing dan membantu-ku dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Teristimewa untuk teman-teman angkatan 06 yang senasib dan sepejuangan. Sweety Cute Club^_^ (yang sering dibilang cuak hati) Mega, Ika, Nova, Adek, Itin, Winda, n Ocha. Makasih Friends, hari2 yang kita lewati tak kan terlupakan. Tak lupa makasih buat genk lebay (Ipit, Dian, Elin, Chici, Ami, Prilly, n Widya), K'jijah, Cristin, Ruri, Resti, Mita, Welly, Jamal, Zyan, Da Yog, Pak En, Alunk, Very, Amaik, Ronal, Dj, Pak Aji, Fariz, Nanda, Riki, Ari P, Ari S, Roni, Rendi, Jhon, Sandi, Azmi, Em, Dodoy, Andi, Apim, Joki, Randa dan Heri. Serta buat angkatan 03,04,05, dan 07 ilmu tanah (merupakan hal yang menyenangkan bisa menjadi bagian dari soil society).

Serta buat nak kost'n buk Ani (Sari, Fika, Santi, Yel, Serli, Ayu, Vera, Ami, Suci, dan Rini) makasih buat semuanya. Untuk semua kenangan yang telah kita lalui.

BIODATA

Penulis dilahirkan di Muara Labuh, Sumatera Barat pada tanggal 04 Mei 1988 sebagai anak pertama dari empat bersaudara, dari pasangan Admiral dan Defriati. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SD Negeri 38 Solok Selatan (1994-2000). Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) ditempuh di SMP Negeri 2 Solok Selatan, lulus pada tahun 2003. Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA) ditempuh di SMA Negeri 1 Solok Selatan, lulus pada tahun 2006. Pada tahun 2006 penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Tanah.

Padang, Juli 2011

Eka Putriana

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul **“Pola Perpindahan Besi (Fe) Pada Tanah Sawah Bukaak Baru Akibat Modifikasi Sistem Pemberian Air”**. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian di Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Ibu Ir. Ruhaimah HB, MS sebagai pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Darmawan, MSc sebagai pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, bimbingan serta dorongan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada para dosen yang telah memberikan ilmunya, Bapak Dekan Fakultas Pertanian, karyawan Fakultas Pertanian, Bapak Ketua Jurusan Tanah, karyawan Jurusan Tanah dan Analis Laboratorium Jurusan Tanah. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pertanian.

Padang, Juli 2011

E.P

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
ABSTRAK	vi
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakteristik Tanah Sawah Bukaak Baru	4
2.2 Pola pergerakan hara Fe pada tanah sawah berteras	6
2.3 Tanaman Padi dan Pertumbuhannya	9
III. BAHAN DAN METODA	11
3.1 Waktu dan tempat.....	11
3.2 Bahan dan alat	11
3.3 Metoda Penelitian.....	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	12
3.5 Pengamatan.....	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Analisis tanah awal	16
4.2 Pengaruh Modifikasi Pemberian Air Terhadap Perpindahan Besi (Fe) Sampai Tanaman Mencapai Vegetatif Maksimum.....	18
4.3 Pengaruh Waktu Penggenangan dan Pengeringan Terhadap Pola Perpindahan Fe	21
4.4 Pengaruh Posisi Pot Terhadap Pola Perpindahan Fe	25
4.5 Analisis Tanah Setelah Penggenangan dan Pengeringan	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	32
RINGKASAN	33
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Reaksi reduksi utama yang terjadi pada tanah tergenang dalam urutan termodinamika secara sederhana	7
2. Kombinasi perlakuan yang diuji dalam penelitian.....	12
3. Sifat kimia tanah sawah bukaan baru yang digunakan sebelum Perlakuan.....	16
4. Perubahan kandungan Fe-dd tanah sawah bukaan baru Sitiung I Sumatera Barat setelah tanaman berumur 100 hari.....	28

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Denah penempatan pot penelitian di rumah kaca sesuai dengan posisi sawah di lapangan	13
2.a. Pengaruh modifikasi pemberian air terhadap jumlah perpindahan Fe sampai tanaman mencapai vegetatif maksimum pada posisi I (atas) dan II (bawah).....	19
b. Pengaruh modifikasi pemberian air terhadap jumlah perpindahan Fe sampai tanaman mencapai vegetatif maksimum pada posisi III (atas) dan IV (bawah)	20
3.a. Pengaruh waktu penggenangan dan pengeringan terhadap pola perpindahan Fe pada posisi I (atas) dan II (bawah)	22
b. Pengaruh waktu penggenangan dan pengeringan terhadap pola Perpindahan Fe pada posisi III (atas) dan IV (bawah)	23
4.a. Pengaruh posisi pot terhadap pola perpindahan Fe pada perlakuan A	26
b. Pengaruh posisi pot terhadap pola perpindahan Fe pada perlakuan B	26
c. Pengaruh posisi pot terhadap pola perpindahan Fe pada perlakuan C	27

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Jadwal kegiatan penelitian (Agustus 2010 - Januari 2011).....	41
2. Nilai kemasaman tanah (pH) dan potensial redoks (Eh) tanah sawah bukaan baru Sitiung I Sumatera Barat setelah tanaman berumur 100 hari.....	42
3. Deskripsi padi varietas IR.42	43
4. Jenis dan jumlah bahan kimia yang digunakan untuk analisis tanah di laboratorium	44
5. Jenis dan jumlah alat yang digunakan di lapangan dan di laboratorium.	45
6. Prosedur analisis tanah dan air di laboratorium	46
7. Kriteria penilaian sifat kimia tanah	51
8. Tabel sidik ragam	52

POLA PERPINDAHAN BESI (Fe) PADA TANAH SAWAH BUKAAN BARU AKIBAT MODIFIKASI SISTEM PEMBERIAN AIR

ABSTRAK

Penelitian pola perpindahan besi (Fe) pada tanah sawah bukaan baru akibat modifikasi sistem pemberian air dilakukan pada bulan Agustus 2010 – Januari 2011 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas Limau Manis Padang. Analisis tanah dan air dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pola perpindahan Besi (Fe) pada tanah sawah dan mendapatkan teknik pemberian air irigasi yang tepat dalam menanggulangi masalah keracunan Fe pada sawah bukaan baru. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan variasi penggenangan terdiri dari 3 taraf dengan 3 ulangan. Variasi pemberian air yang diuji yaitu : A (penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan), B (penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan), C (penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan). Data hasil penelitian ini dianalisis dengan uji F pada taraf 5% dan untuk perlakuan yang berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji DNMRT (Duncan's New Multiple Range Test) pada taraf 5%. Dari hasil penelitian diketahui bahwa jumlah perpindahan besi (Fe) dipengaruhi oleh posisi pot. Makin kebawah posisi pot, makin banyak input dan output Fe. Pot yang berada paling bawah pada posisi IV, memperoleh jumlah Fe yang lebih besar yaitu 181,49 ppm dari pada pot diatasnya (posisi I, II, dan III) yaitu berturut-turut sebesar 39,94 ppm ; 82,70 ppm dan 136,16 ppm. Jika dilihat dari pengaruh waktu penggenangan mengalami fluktuasi yang berbeda. Selain itu pola perpindahan Fe di pengaruhi oleh sistem pemberian air. Pencucian Fe yang paling intensif yang di pengaruhi oleh seringnya terjadi penggenangan dan pencucian terjadi pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) yaitu 661 ppm, diikuti oleh perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) yaitu 424,5 ppm dan perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) yaitu 265 ppm.

EFFECT OF WATER SUPPLY VARIATION ON THE IRON MOVEMENT PATTERN AT NEW ESTABLISHED SAWAH

ABSTRACT

To examine the effect of water supply variation on the movement of iron in sawah soil, an experiment was done at green house of faculty of Agriculture, Andalas University from August 2010 to January 2011. The purpose of this experiment is to study the pattern of iron (Fe) movement within a cropping period. The experiment was designed as completely random with 3 replication. The main factor is three variation of submerged and drying period, A (3 days submerged followed by 3 days drying), B (6 days submerged followed by 3 days drying) and C (9 days submerged followed by 3 days drying). The results show that the amount of Fe pass through the sawah soil influenced by pot position. The lower pot will received and release more Fe through irrigation and drainage water. The lowest pot (position IV) gain highest Fe input as compare with position III, II and I. The amount of Fe input from upper to lower is 39.49 ; 82.70 ; 136.16 and 181.49 ppm, respectively. Water supply variation also found to have significant effect on Fe moving pattern in this study. The A treatment gave the biggest amount of Fe discharge followed by B and C with 661, 424 and 265 ppm, consecutively.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk Indonesia semakin meningkat (1,49% pertahun), menyebabkan kebutuhan pangan bertambah (130 kg/kapita/tahun). Oleh karena itu ketahanan pangan harus stabil dan tetap terjaga secara berkelanjutan. Untuk menunjang ketahanan pangan, yang berhubungan dengan aspek ketersediaan pangan, membutuhkan ketersediaan lahan secara berkelanjutan dalam luas dan mutu yang memadai (Santosa, 2008). Ditinjau dari sumber daya lahan sawah, banyak lahan sawah produktif yang sudah beralih fungsi menjadi perumahan, industri, dan pariwisata, sehingga perlu dilakukan pembukaan lahan sawah baru. Secara nasional, terjadi penurunan luas sawah sebesar 10.000 ha setiap tahun dalam dua dekade terakhir (Suganda, 2008).

Salah satu usaha pemerintah dalam pembukaan sawah baru ini yaitu dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal diantaranya Ultisol yang tersebar hampir disetiap pulau. Rusman (1990), menjelaskan bahwa Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang dijadikan sasaran pencetakan sawah baru terutama pada Kabupaten Dharmasraya, dimana sebagian besar menempati Ultisol dan Oxisol yang termasuk lahan kering marginal. Noor (1996), menyatakan bahwa luas lahan kering di Indonesia adalah 85,56 juta ha, diantaranya terdapat di Kalimantan, Papua, Sumatera dan Sulawesi berturut-turut seluas \pm 30,01 juta ha, 21,81 juta ha, 20,05 juta ha dan 14,68 juta ha.

Sebagian besar sawah bukaan baru yang dilakukan pada lahan kering selalu menghadapi banyak kendala. Kendala utama pada tanah tersebut adalah tingginya kemasaman tanah, kandungan bahan organik, dan unsur hara kalsium (Ca), magnesium (Mg), nitrogen (N), posfor (P), kalium (K) yang rendah serta larutan besi (Fe) yang tinggi dapat meracuni tanaman padi (Karama, 1990). Dari hasil penelitian Wardhana (2006), kandungan Fe pada tanah sawah bukaan baru berjenis Ultisol di Sitiung Sumatera Barat yaitu 57,32 ppm. Selain itu, masalah yang timbul adalah meningkatnya Fe terlarut (Fe^{2+}), hal ini disebabkan terjadinya perubahan kondisi yaitu kondisi oksidatif (kering) ke kondisi reduktif (tergenang). Masalah lainnya adalah kebutuhan air yang banyak, karena pada sawah bukaan

baru belum terbentuknya lapisan kedap air (*plow pan*) di lapisan bawah sehingga air mudah hilang.

Secara teknis dapat dikatakan bahwa sawah bukaan baru memerlukan periode tertentu sampai kondisi fisik dan kimiawi tanah sawah dapat mendorong pertumbuhan tanaman padi. Tanah sawah tersebut harus segera dapat mencuci unsur-unsur yang bersifat meracun terhadap pertumbuhan tanaman padi nantinya. Pengolahan tata air dapat dimulai semenjak proses awal setelah sawah baru dibuka. Pencucian dengan mengalirkan air dan penggenangan perlu dilakukan. Setelah kandungan hara tanah sawah tidak bersifat meracun lagi, maka secara fisik air irigasi harus diusahakan dapat tergenang dipermukaan tanah menurut ketinggian tertentu dalam jangka waktu yang diperlukan selama pertumbuhan tanaman padi (Taher, 1990).

Salah satu cara untuk melihat pola perpindahan Fe adalah dengan memodifikasi sistem pemberian air. Modifikasi sistem pemberian air ini dapat dilakukan dengan memvariasikan sistem pemberian air yaitu antara penggenangan dan pengeringan. Pada kondisi reduktif jumlah Fe^{2+} akan meningkat. Kemudian jika dikeringkan Fe^{2+} akan kembali menjadi Fe^{3+} sehingga Fe^{2+} yang meracun dapat dikurangi.

Pada dasarnya pola perpindahan Fe akibat modifikasi sistem pemberian air ini wujudnya adalah agar dapat mengetahui berapa jumlah Fe yang terbawa saat pencucian dan menentukan pola perpindahan Fe yang intensif untuk dilakukan. Usaha yang dilakukan yaitu dengan pengairan terputus-putus (*intermittent irrigation*) dan irigasi berulang selama tanaman mencapai vegetatif maksimum. Irigasi berulang merupakan sistem pengairan dimana air yang keluar dari pot paling atas merupakan sumber air dari pot di bawahnya. Kondisi ini menyebabkan Fe dari pot paling atas akan terbawa hanyut ke pot di bawahnya. Sehingga pada pot di bagian bawah akan terjadi penumpukan Fe dan sebaliknya pot di bagian atas akan mengalami penurunan Fe.

Sampai saat ini sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengatasi masalah keracunan Fe pada sawah-sawah bukaan baru. Berbagai macam upaya yang telah dilakukan seperti penambahan bahan organik dan menggunakan teknologi yang tepat dan aplikatif. Upaya atau teknologi yang telah dilakukan

untuk mengatasi masalah ini adalah dengan penggunaan asam humat yang diperoleh dari berbagai jenis bahan organik dan pengelolaan air, seperti yang dilakukan oleh Herviyanti (2007). Namun belum ada penelitian yang melihat berapa jumlah Fe yang terbawa saat pencucian. Sehubungan dengan pemikiran dan masalah yang telah dikemukakan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pola perpindahan Fe akibat modifikasi sistem pemberian air yang merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi keracunan Fe pada sawah bukaan baru. Penelitian dilakukan untuk memperoleh data tentang pola pemakaian berbagai sistem pemberian air irigasi yang tepat terhadap penurunan kadar Fe terlarut pada tanah sawah bukaan baru.

Bertitik tolak dari uraian di atas, maka penulis telah melaksanakan penelitian dengan judul **“Pola Perpindahan Besi (Fe) Pada Tanah Sawah Bukaan Baru Akibat Modifikasi Sistem Pemberian Air”**.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah untuk mempelajari pola perpindahan Besi (Fe) pada tanah sawah dan mendapatkan teknik pemberian air irigasi yang tepat dalam menanggulangi masalah keracunan Fe pada sawah bukaan baru.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanah Sawah Bukaak Baru

Sawah adalah tanah pertanian yang berpetak dengan permukaan yang dibuat datar dan dibatasi oleh gelengan sebagai tanggul untuk menahan air sehingga tanah tersebut dapat digenangi oleh air dan tanahnya menjadi lumpur. Tanah sawah memperlihatkan perkembangan profil yang khas yang sangat berbeda dari sifat fisik, kimia, dan biologis dibandingkan dengan sifat tanah aslinya (Departemen Pertanian Satuan Pengendali Bimas, 1983)

Sawah bukaan baru adalah lahan kering yang dikonversi menjadi lahan sawah dengan lapisan tapak bajak belum terbentuk. Sawah bukaan baru dapat ditemukan sebagai suatu perluasan daerah perairan atau daerah pembentukan irigasi baru. Pembentukan daerah irigasi baru memerlukan pembuatan bendungan, saluran primer, sekunder, dan tersier serta saluran pembuangan, dan juga pengembangan lahan (Dardak, 1990).

Sawah bukaan baru, hampir selalu dihadapkan pada permasalahan rendahnya produktifitas lahan diawal pemanfaatannya. Pencetakan sawah bukaan baru pada umumnya dilakukan pada dua tipologi lahan, yaitu lahan kering dan lahan rawa. Pada lahan kering pencetakan sawah baru sebagian besar dilakukan pada Ultisol dan Oxisol. Sedangkan Ultisol dan Oxisol merupakan tanah marginal yang memerlukan pengelolaan yang hati-hati. Pada kondisi tanah yang demikian, sawah bukaan baru diperkirakan akan menjadi mapan dan berproduksi stabil setelah 10 – 20 tahun (Taher dan Abbas, 1990).

Karama (1990) menjelaskan bahwa keadaan sawah bukaan baru bervariasi dari satu tempat ketempat lain. Variasi yang mempengaruhi pola tanam adalah lamanya pengairan tersedia, curah hujan dan sifat tanah. Lopulisa (1990) berpendapat bahwa di Indonesia, sifat dan ciri tanah serta produktivitas sawah bukaan baru sangat beragam, tergantung kepada topografi, jenis tanah dan teknik budidaya yang diterapkan.

Masalah umum sawah bukaan baru ialah keracunan tanaman oleh Mn^{2+} dan Fe^{2+} yang ketersediannya sangat tinggi (Tan, 1992). Keracunan besi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya pH rendah, kadar besi larut yang

tinggi, dan kahat hara terutama P, K, Ca dan seng (Zn). Akibat kekahatan unsur ini menyebabkan lemahnya kemampuan akar, sehingga unsur besi secara langsung terserap oleh tanaman padi sedangkan serapan hara lain tertekan (Ponnamperuma, 1977).

Ismunadji dan Roechan (1988), menyatakan penggunaan lahan untuk sawah memberikan pengaruh positif dan negatif terhadap kesuburan tanah. Keadaan reduksi akan menaikkan ketersediaan Fe^{2+} di tanah tapi pada batasan tertentu bersifat racun bagi tanaman padi. Dilaporkan bahwa tanaman padi pada sawah bukaan baru di Lampung, Sumsel, Jambi, Riau, Sumbar dan Bengkulu sering mengalami kegagalan akibat keracunan besi.

Dalam pembukaan sawah baru diperlukan sejumlah rekayasa teknologi untuk merubah lingkungan tanah asal kesuasana sawah, seperti perataan atau terasering, pemadatan, irigasi atau penggenangan serta drainase dan pembakaran. Hal tersebut dimaksudkan agar dapat memberikan produksi yang optimum (Lopulisa, 1990).

Ahmad (1990) menyatakan bahwa salah satu kendala dalam pemanfaatan sawah bukaan baru adalah mengenai pemakaian air karena belum terbentuknya lapisan bajak. Agar kehilangan air irigasi melalui perkolasi tidak terlalu banyak, maka pembentukan lapisan bajak sangat diharapkan dapat berlangsung cepat. Pembentukan lapisan bajak akan banyak mencegah kehilangan air dan unsur hara akibat pembasuhan (leaching). Proses pembentukan lapisan bajak dapat dipercepat jika lahan sawah bukaan baru diolah secara intensif dengan cukup irigasi dan tersedianya bahan organik (Ahmad, 1990).

Tanah yang dijadikan sawah umumnya bertekstur agak berat sampai berat. Penggenangan melepaskan udara dari rongga dan pori tanah. Kandungan air tanah meningkat dan kekerasan tanah sangat berkurang, sehingga sangat mudah dilumpurkan. Dengan pelumpuran, struktur tanah yang bergumpal dan beragregat berubah menjadi buti-butir tanah yang lepas. Butir-butir ini akan mengendap, mengisi dan menutup pori-pori tanah. Setiap kali pengolahan tanah sawah, tanah dilapisan olah kembali membentuk butir lepas, sedangkan lapisan di bawah tetap. Dengan cara demikian secara berangsur-angsur akan terbentuk lapisan padat di bawah lapisan olah (Karama, 1990).

2.2 Pola Pergerakan Hara Fe Pada Tanah Sawah Berteras

Pola pergerakan hara Fe pada tanah sawah berteras berbeda dengan sawah tidak berteras. Pada sawah berteras, air yang masuk kepetakan sawah di teras bagian bawah merupakan air yang berasal dari petakan sebelumnya yang berasal dari teras bagian atas. Kondisi ini menyebabkan sebagian unsur hara dari petakan bagian atas akan terbawa hanyut kepetakan yang berada pada teras bagian bawahnya. Akibatnya, petakan pada teras bagian bawah akan menerima tambahan hara yang dibawa oleh air irigasinya dari petakan teras atas yang terdekat (Asnita, 2009).

Kandungan besi (Fe) yang tinggi merupakan salah satu masalah paling serius pada sawah di daerah beriklim tropis dan sub-tropis. Dalam kondisi tergenang, pertumbuhan padi akan sangat terganggu bila kadar Fe terlarut dalam tanah atau sawah mendapatkan sumbangan Fe dalam jumlah yang cukup tinggi dari air irigasi dari petakan sawah yang berada pada lokasi yang lebih tinggi (Breemen dan Moorman, 1978).

Penggenangan yang terus menerus pada sawah dan pH tanah yang rendah, mendorong penyerapan ferro (Fe^{2+}) berlebihan pada akar tanaman padi. Tanah sawah dengan penggenangan terus menerus, dan struktur lapisan olah tanah yang berlumpur menyebabkan terbentuknya lapisan kedap air yang disebut lapisan bajak. Keadaan aerob menjadi keadaan reduktif akibat penggenangan akan merubah keadaan tanah sawah secara fisiko kimia. Menurut Ponnampetuma (1977) perubahan tersebut salah satu reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} .

Ada dua bentuk Fe di tanah, yaitu Fe^{3+} pada keadaan aerob dan Fe^{2+} anaerob. Kadar Fe^{2+} meningkat dengan penggenangan dan Fe^{3+} cenderung menurun, serta sebaliknya pada aerob. Diketahui tanaman lebih banyak menyerap Fe^{2+} dibandingkan dengan Fe^{3+} , sehingga pada kondisi anaerob tanaman sering mengalami keracunan besi. Fe^{2+} adalah Fe yang terbentuk setelah tanah digenangi dan meningkat akibat adanya penggenangan karena larut dalam air sehingga dapat meracuni bagi tanaman sebab mudah larut. Berdasarkan sifat kimia tanah tersebut maka keracunan Fe dapat ditanggulangi dengan pengaturan sistem drainase antara kondisi aerob dan anaerob (Ponnampetuma, 1977).

Sanchez (1993) menyatakan bahwa, bila tanah digenangi persediaan oksigen menurun sampai nol dalam kurun waktu kurang dari sehari. Laju difusi oksigen udara melalui lapisan air atau pori yang berisi air, 10.000 kali lebih lambat dari pada melalui udara atau pori yang berisi udara. Jasad renik aerob dengan cepat menghabiskan udara yang tersisa dan tidak aktif lagi atau mati. Bakteri anaerob atau anaerob fakultatif berkembangbiak dengan cepat dan mengambil alih proses dekomposisi bahan organik tanpa menggunakan oksigen dan sebagai gantinya menggunakan komponen tanah yang teroksidasi sebagai penangkap elektron. Patrick dan Reddy (1978), melaporkan bahwa reduksi menurut runtutan termodinamika seperti Tabel 1.

Tabel 1. Reaksi reduksi utama yang terjadi pada tanah tergenang dalam urutan termodinamika secara sederhana.

Tahapan	Eh (mV)	Reaksi
0	800	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O$
1	430	$2NO_3^- + 12H^+ + 10e^- \leftrightarrow N_2 + 6 H_2O$
2	410	$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \leftrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$
3	130	$Fe(OH)_3 + e^- \leftrightarrow Fe(OH)_2 + OH^-$
4	- 180	Asam organik (laktat, piruvat) + $2H^+ + 2e^- \leftrightarrow$ Alkohol
5	- 200	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- \leftrightarrow SO_3^{2-} + 2 OH^-$
6	- 490	$SO_3^{2-} + 3H_2O + 6e^- \leftrightarrow S_2^{2-} + 6 OH^-$

Sumber : Patrick dan Reddy (1978)

Menurut Breemen dan Moorman (1978), kadar Fe dan unsur hara lain yang masuk ke dalam satu petakan sawah tidak hanya berasal dari hasil reaksi kimia yang menghasilkan Fe^{2+} . Sumbangan Fe dan unsur hara lainnya juga berasal dari petakan sawah lain yang posisinya lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena metode irigasi yang dominan di Indonesia adalah sistim irigasi berulang, dimana air limpahan dan drainase petakan lebih tinggi akan menjadi sumber air irigasi petakan yang ada di bawahnya.

Menurut Luki, *et al.* (1990), makin lama waktu penggenangan dan pengeringan, kandungan Fe pada larutan tanah juga berkurang. Dari hasil penelitian mereka pada beberapa jenis tanah, mengenai penggenangan dan pencucian, maka pada tanah Aluvial kandungan Fe tanah pada minggu ke-2

meningkat sampai 236 ppm dan menurun sampai 201 ppm pada minggu ke-5. Sedangkan pada tanah Podsolik Majunto pada minggu ke-2 Fe meningkat sampai 419 ppm dan menurun sampai 300 ppm pada minggu ke-5. Menurut Tan (1992) setelah tanah digenangi air maka akan segera direduksi akibatnya konsentrasi Fe^{2+} meningkat.

Menurut Ahmad (1990), penggenangan petakan sawah melalui pemberian air irigasi secara berangsur-angsur akan merubah morfologi tanah melalui proses reduksi. Reduksi akibat penggenangan akan mempengaruhi pH, ketersediaan hara atau munculnya bahan-bahan yang meracun tanaman. Wiralaga, *et al* (1988) berpendapat bahwa dalam suasana reduksi, bentuk-bentuk ion ammonium (NH_4^+), sulfur (S^{2-}), mangan (Mn^{2+}), ferro (Fe^{2+}) dan gas metana (CH_4) adalah mantap.

Konsentrasi Fe yang tinggi dalam larutan tanah dapat menekan serapan unsur hara lain seperti P dan K. Keracunan Fe dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pH tanah yang rendah, kadar Fe-larut yang tinggi dan kahat hara terutama P, K, Ca, dan Zn atau kombinasi dari faktor-faktor tersebut (Ponnamperuma, 1977).

Menurut Satari *et al* (1990), untuk mengurangi Fe^{2+} di lahan sawah bukaan baru dapat dilakukan dengan cara peningkatan pH melalui pengapuran, pengairan terputus-putus (*intermittent drainage*), rotasi tanaman dan mengatur oksidasi dan reduksi. Selain itu, dengan menjaga keseimbangan hara melalui penambahan N, P, K atau pupuk organik serta menggunakan varietas yang toleran.

Taher (1990) menjelaskan bahwa *intermittent drainage* pada dasarnya memanfaatkan kondisi oksidasi reduksi. Dalam keadaan kering (oksidatif), ketersediaan Fe^{2+} sangat rendah dan bentuk Fe^{3+} yang dominan. Melalui penggenangan tanah, kadar Fe^{2+} ini meningkat secara tajam.

Melalui sistem drainase, Fe^{2+} yang meningkat akibat penggenangan kemudian dicuci atau lahan sawah dikeringkan. Teknologi drainase ini akan lebih efektif bila dikaitkan dengan fase-fase pertumbuhan padi. *Intermittent drainage* sendiri meliputi pencucian dibarengi pengeringan lahan sawah beberapa hari. Pencucian dimaksudkan untuk membuang Fe^{2+} keluar petakan sawah, sedangkan pengeringan bertujuan untuk memberi kesempatan terjadinya perubahan Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} (Taher, 1990).

2.3 Tanaman Padi dan Pertumbuhannya

Padi merupakan tanaman pertanian yang sampai sekarang menjadi tanaman utama di dunia sebagai makanan pokok. Tanaman ini telah lama dikenal orang, saat ini hampir separuh penduduk dunia mengantungkan hidupnya pada padi. Permintaan padi di masa yang akan datang sangat tergantung pada pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi suatu Negara (Soeparyono dan Setyono, 1993 *cit* Oktavia, 1999)

Gould (1960) *cit* AAK (1990) melaporkan bahwa padi dikelompokkan kedalam sub family Oryzoidae suku Oryza. Genus Oryza memiliki 20 spesies, tetapi yang dibudidayakan adalah *Oryza sativa* L. Di Asia dan *Oryza glaberrima* yang tidak memiliki cabang-cabang sekunder pada malai, ligula pada *Oryza sativa* L. lebih panjang, ligula dan daunnya agak kasar serta dapat tumbuh secara musiman.

Soemartono, *et al.* (1984), menyatakan bahwa di Indonesia tanaman padi dapat tumbuh pada ketinggian 0 – 1700 m dari permukaan laut dengan suhu antara 20 – 37,7 °C dan suhu optimum 22 °C. Taslim dan Fagi (1998), menambahkan bahwa pada umumnya padi diusahakan sebagai padi sawah yaitu 85 – 90 % dan hanya sebagian kecil yang diusahakan sebagai padi gogo sebanyak 10 – 15%.

Tanaman padi dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada tanah-tanah yang mempunyai pH 5,5 – 6,5 karena pada kisaran tersebut unsur hara cukup tersedia bagi tanaman padi dan kepekaan hama dan penyakit dapat dikurangi (Siregar, 1987). Menurut Ismunadji dan Roechan (1988) serapan hara oleh tanaman padi dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah varietas, keadaan fisik tanah, ketersediaan unsur hara dan pH tanah, suhu, adanya ion kompetitif dan sifat fiksasi tanah. Daur pertumbuhan padi berkisar antara 90 hingga 150 hari tergantung pada varietasnya.

Salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman padi yaitu besi (Fe). Fe merupakan unsur hara mikro yang umumnya diserap tanaman dalam bentuk Fe^{2+} . Peranan Fe bagi tanaman adalah sebagai katalisator dalam berbagai proses metabolisme, pembentukan klorofil, dan komponen enzim reduksi-oksidasi bila bergabung dengan senyawa organik. Kekurangan atau kelebihan unsur hara Fe dapat menyebabkan timbulnya gangguan pada pertumbuhan tanaman dan

menurunkan hasil padi. Gejala spesifik keracunan besi timbul bila kadar besi dalam tanaman lebih dari 300 ppm (Ismunadji dan Roechan, 1988).

Menurut laporan Departemen Pertanian Satuan Pengendali Bimas (1983), tanaman padi (*Oryza sativa* L.) selama pertumbuhannya mulai dari bibit hingga panen mengalami 4 fase yaitu : fase vegetatif cepat, vegetatif lambat, reproduktif dan fase pemasakan. Fase vegetatif cepat yaitu fase yang dimulai dari saat pertumbuhan bibit sampai jumlah anakan maksimal, sedangkan fase vegetatif lambat yaitu fase yang dimulai dari saat jumlah anakan maksimal sampai keluarnya malai. Sementara fase reproduktif yaitu fasenya dimulai dari keluarnya malai sampai berbunga dan fase pemasakan yaitu fase yang dimulai dari keluarnya bunga sampai panen.

Pertumbuhan tanaman padi ditentukan oleh faktor lingkungan dan genetik. Faktor lingkungan mencakup faktor alami dan faktor buatan. Lingkungan buatan dapat berupa tindakan bercocok tanam seperti pemupukan, pemakaian pestisida, penanaman varietas unggul dan lain-lain (Soemartono, *et al*, 1984).

III. BAHAN DAN METODA

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian pola perpindahan besi (Fe) pada tanah sawah bukaan baru akibat modifikasi sistim pemberian air telah dilaksanakan pada bulan Agustus 2010 sampai Januari 2011 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Penelitian berbentuk percobaan pot dan dilanjutkan dengan analisis sifat kimia tanah di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Jadwal kegiatan penelitian selengkapnya disajikan pada Lampiran 1.

3.2 Bahan dan Alat

Tanah penelitian adalah tanah sawah bukaan baru yang berasal dari tanah jenis Ultisol yang baru 3 tahun dipersawahkan dengan kadar Fe tinggi yang diambil dari Sitiung I, Kabupaten Dharmasraya Sumatera Barat. Adapun bahan yang digunakan adalah padi varietas IR-42 (Deskripsi tanaman padi disajikan pada Lampiran 3), Urea, SP-36, dan KCl, dan sebagai pengendali hama yaitu Dharmabas. Bahan-bahan yang diperlukan untuk analisis tanah di Laboratorium disajikan pada Lampiran 4, sedangkan alat-alat yang digunakan di Rumah kaca dan di Laboratorium antara lain ember, polybag disajikan pada Lampiran 5.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan variasi penggenangan terdiri dari 3 taraf dengan 3 ulangan yang ditampilkan pada Tabel 2. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji F pada taraf 5% dan untuk perlakuan yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

Variasi pemberian air yang diuji yaitu :

A Penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan

B Penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan

C Penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan

Variasi pemberian air ini dilakukan sampai tanaman mencapai vegetatif maksimum.

Tabel 2. Perlakuan yang diuji dalam penelitian

Posisi Pot	Lama Penggenangan		
	3 hari (A)	6 hari (B)	9 hari (C)
I	A-I	B-I	C-I
II	A-II	B-II	C-II
III	A-III	B-III	C-III
IV	A-IV	B-IV	C-IV

Keterangan: Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Tanah

Pengambilan tanah dilakukan secara bulk komposit pada kedalaman 0 – 20 cm dari permukaan tanah pada sawah bukaan baru. Selanjutnya tanah yang telah diambil dikering anginkan di ruangan pengering tanah, lalu diayak dengan ayakan berukuran 2 mm. Setelah itu tanah ditimbang sebanyak 6 kg setara tanah kering mutlak untuk di masukkan ke dalam pot. Kemudian pot ditempatkan sesuai dengan susunan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Penggenangan dilakukan dengan menyiramkan air pada pot A-I, B-I dan C-I. Air dibiarkan mengalir melalui pot dari posisi-I sampai posisi ke-IV. Setelah pot A-IV, B-IV dan C-IV tergenang setinggi 5 cm, kran pada pot A-III, B-III dan C-III di tutup untuk menghentikan aliran air. Proses yang sama di lakukan sampai semua pot tergenang dengan ketinggian 5 cm. Kondisi ini dipertahankan sampai penanaman dan selanjutnya baru digenangi dan atau dikeringkan sesuai dengan perlakuan.

3.4.2 Persemaian dan penanaman

Benih padi disemaikan pada wadah (*seedbed*) yang telah disediakan dengan menggunakan tanah yang sama dengan tanah untuk penanaman. Benih ditaburkan di atas permukaan tanah pada kondisi macak-macak. Sebelumnya benih direndam dulu selama 24 jam agar gabah dapat menghisap air yang cukup untuk perkecambahan. Benih yang melayang atau mengapung dibuang karena kurang baik untuk ditanam. Setelah direndam benih diperam selama 24 jam untuk memberi peluang gabah berkecambah. Selanjutnya benih ditebar pada persemaian dengan hati-hati.

Penanaman dilakukan dengan memindahkan bibit padi dari persemaian ke masing-masing pot percobaan saat bibit berumur 21 hari. Jumlah padi yang ditanam adalah 5 batang per pot.

Keterangan:

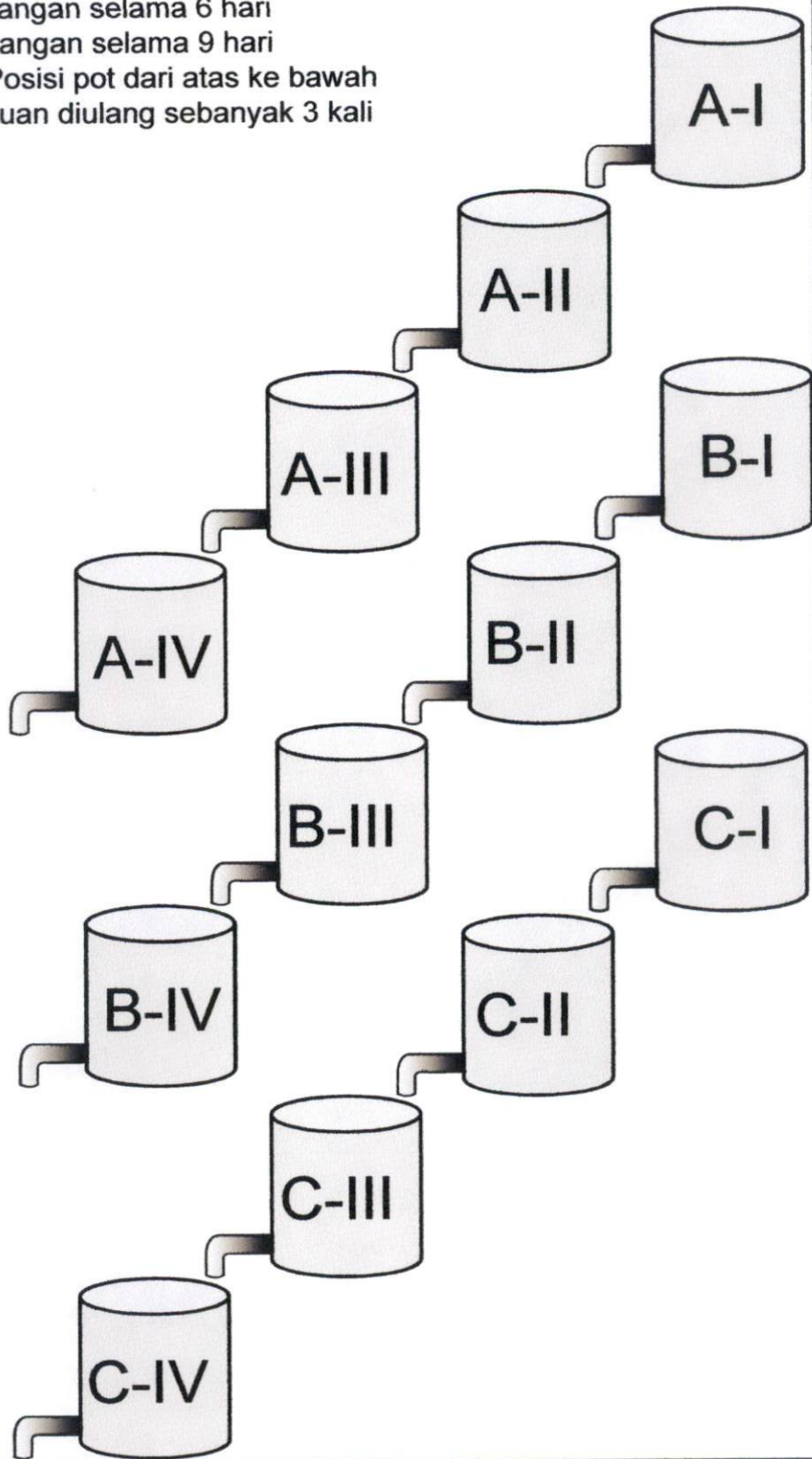
A = Penggenangan selama 3 hari

B = Penggenangan selama 6 hari

C = Penggenangan selama 9 hari

I, II, III, IV = Posisi pot dari atas ke bawah

Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali



Gambar 1. Denah penempatan pot penelitian di rumah kaca sesuai dengan posisi sawah di lapangan.

3.4.3 Pemupukan dan pemeliharaan

Sehari sebelum tanam, ketinggian air diturunkan sehingga tanah dalam keadaan macak-macak kemudian diberi pupuk sesuai dengan rekomendasi setempat, yaitu 200 kg/ha SP-36 (setara 1,67 g/pot) dan 100 kg/ha KCl (setara 0,83 g/pot) dan 150 kg/ha Urea (setara 1,25 g/pot). Pupuk Urea diberikan dalam 2 tahap, yaitu 50% bersamaan dengan SP-36 dan KCl (100%), dan sisanya diberikan saat tanaman padi berumur 40 hari setelah tanam. Perhitungan dosis pupuk untuk setiap pot dilakukan berdasarkan jarak tanam. Sehari kemudian bibit padi yang telah berumur 3 minggu (21 hari) dipindahkan ke pot percobaan dengan ditanam sebanyak 5 batang pada setiap pot. Selanjutnya air diberikan dengan ketinggian 5 cm, untuk selanjutnya disesuaikan dengan perlakuan variasi penggenangan dan pengeringan meliputi pengaturan air yang disesuaikan dengan masing-masing perlakuan.

Pemeliharaan yaitu pengendalian gulma, serta pengendalian hama dan penyakit. Pengendalian gulma dilakukan pada saat ada gulma dengan cara mencabutnya. Sedangkan pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada saat tanaman diserang hama dan penyakit, maka dilakukan penyemprotan dengan menggunakan insektisida Dharmabas dengan konsentrasi 5-10 cc/liter air.

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan untuk analisis air dan tanah di laboratorium meliputi tanah awal dan tanah setelah selesai analisis air yaitu pada tanaman berumur 100 hari. Sampel air yang diambil adalah sampel air yang keluar dari setiap pot pada saat 3 hari setelah tanam (HST) sampai 69 HST sesuai perlakuan.

3.5.1 Tanah

Analisis sifat kimia tanah awal meliputi pH H_2O 1:2,5, C-organik, N total, P-tersedia, Fe-dd, KTK, Mg-dd, Ca-dd, Na-dd, dan K-dd tanah. Selanjutnya analisis sifat kimia tanah setelah tanaman berumur 100 hari adalah pH, Eh dan Fe. Penetapan pH diukur dengan pH meter, kandungan C – Organik dengan metoda Walkley and Black diukur dengan Spectrophotometer, kadar N total ditetapkan dengan metoda Kjeldahl, kadar P tersedia ditentukan dengan metoda Bray II dan diukur dengan Spectrophotometer (668 nm) dan Fe-dd diukur dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Jumlah Ca, Mg, Na, dan K dapat

dipertukarkan dengan Ammonium Asetat pH 7, diukur dengan AAS. Prosedur kerja disajikan pada Lampiran 6.

Hasil analisis sifat kimia tanah awal dinilai berdasarkan kriteria tanah (Lampiran 7) sedangkan hasil analisis sifat kimia tanah setelah tanaman berumur 100 hari diolah berdasarkan kriteria dan statistik.

3.5.2 Pengambilan sampel air

Sampel air yang diambil adalah sampel air yang keluar dari setiap pot. Pada setiap pot dipasang keran untuk mengalirkan air. Pertama, air dari ember paling atas dikeringkan, lalu diukur volumenya dan diambil sampel. Sampel air diambil sebanyak 250 ml untuk analisis di laboratorium. Kemudian air dalam ember kedua dikeringkan, lalu air dari ember pertama tadi dimasukkan dalam ember kedua, lalu dikeringkan lagi dan diukur volumenya kemudian diambil sampel 250 ml. Hal yang sama juga dilakukan pada ember ke 3 dan ke 4 untuk setiap perlakuan. Untuk perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A), pengambilan air dilakukan sebanyak 12 kali selama 69 HST, untuk perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B), pengambilan air dilakukan sebanyak 8 kali selama 69 HST dan untuk perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C), pengambilan air dilakukan sebanyak 6 kali selama 69 HST. Analisis yang dilakukan terhadap sampel air untuk menentukan kandungan besi (Fe) dari air pada setiap pot. Hasil analisis diolah berdasarkan statistik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis tanah awal

Hasil analisis terhadap sifat kimia tanah sawah bukaan baru di Sitiung I Sumatera Barat, yang diambil pada kedalaman 0-20 cm disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat kimia tanah sawah bukaan baru yang digunakan sebelum perlakuan

No	Sifat kimia tanah	nilai	kriteria*
1	pH H ₂ O (1:2,5)	5,08	Masam
2	C-Organik (%)	0,21	Sangat rendah
3	N-Total (%)	0,03	Sangat rendah
4	P-Tersedia (ppm)	3,05	Sangat rendah
5	Fe-dd (ppm)	22,99	Tinggi
6	KTK (me/100g)	6,96	Rendah
7	Mg-dd (me/100g)	0,77	Rendah
8	Ca-dd (me/100g)	0,46	Sangat rendah
9	Na-dd (me/100g)	0,75	Sangat rendah
10	K-dd (me/100g)	0,32	Sangat rendah

*Sumber : Lembaga Penelitian Tanah Bogor, (1983),*cit.* Hardjowigeno, (2003)

Berdasarkan analisis sifat kimia tanah awal yang dinilai secara kriteria bahwa tanah yang digunakan pada penelitian bereaksi masam, kandungan C-organik sangat rendah, N-total sangat rendah, P-tersedia sangat rendah, Fe-dd tinggi, KTK rendah, Mg-dd rendah, dan Ca-dd, Na-dd, K-dd sangat rendah. Disebabkan karena tanah sawah bukaan baru yang digunakan dalam penelitian berasal dari Ultisol. Menurut Hakim *et al*, (1986) Ultisol dalam pembentukannya pada umumnya berada pada daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi, bersifat masam, miskin akan hara, dan umumnya kapasitas tukar kation (KTK) rendah karena pelapukan cepat dan pencucian yang tinggi. Ultisol juga mempunyai kandungan Fe sangat tinggi. Jika digenangi atau disawahkan, besi yang semula berada dalam keadaan oksidatif dalam bentuk Fe³⁺ akan berubah menjadi Fe²⁺ yang sangat mudah larut dalam air dan dapat meracuni tanaman padi.

Tanah yang terbentuk di daerah tropik basah yang memiliki curah hujan dan suhu tinggi akan mengakibatkan pelapukan dan perkembangan tanah berlangsung cepat. Pencucian akan terjadi secara intensif sehingga kandungan hara akan menjadi rendah (Hakim *et al*, 1986). Menurut Hardjowigeno (2003), bahan organik mempunyai kaitan yang erat dengan KTK. Kadar bahan organik yang rendah pada tanah ini menyebabkan KTKnya juga rendah. Serta kesuburan keseluruhan tanah ini juga rendah. Ultisol adalah tanah yang didominasi oleh mineral liat tipe 1 : 1 seperti kaolinit yang terdapat pada tanah yang telah mengalami pelapukan yang intensif ini (Hardjowigeno, 2003). Menurut Nyakpa *et al* (1988) mineral liat tipe 1 : 1 seperti kaolinit tidak mempunyai permukaan dalam tetapi hanya memiliki permukaan luar, sehingga kemampuan untuk mempertukarkan kation (KTK) relatif kecil yaitu antara 10-20 me/100g.

Suharta dan Soekardi (1994), mengemukakan bahwa tanah-tanah sawah bukaan baru di Sumatera mempunyai status kesuburan tanah yang rendah dan sangat rendah. Oleh sebab itu tanahnya miskin hara, kandungan bahan organik, kadar N,P,K dan KTK umumnya rendah. Reaksi tanah yang masam dapat dipengaruhi secara tidak langsung oleh rendahnya ketersediaan basa-basa tanah, sehingga konsentrasi ion H^+ lebih tinggi dari ion OH^- . Rendahnya Ca, Mg, K dan Na pada Ultisol mengakibatkan Aluminium yang berada pada koloid tanah meningkat (Hakim *et al*, 1986).

Menurut Hakim *et al*. (1986), adanya hubungan antara pH tanah dengan kejenuhan basa tanah, yang artinya jika pH tanah rendah maka kejenuhan basa juga rendah. Pada pH tanah seperti ini pertumbuhan tanaman dapat terhambat akibat kurang tersedianya unsur hara tertentu yang dibutuhkan tanaman padi dan juga ketersediaan unsur-unsur meracun seperti jumlah Fe^{2+} yang berlebih sehingga dapat meracun tanaman.

Hasil penelitian Ponnamperna (1977), memperlihatkan bahwa ketersediaan Fe^{2+} yang tinggi pada tanah terdapat pada tanah yang berkadar bahan organik rendah. Tingginya bahan organik tanah menyebabkan Fe dan Mangan (Mn) yang larut akan membentuk ikatan metal-organokompleks sehingga aktifitas logam Fe dan Mn didalam tanah berkurang.

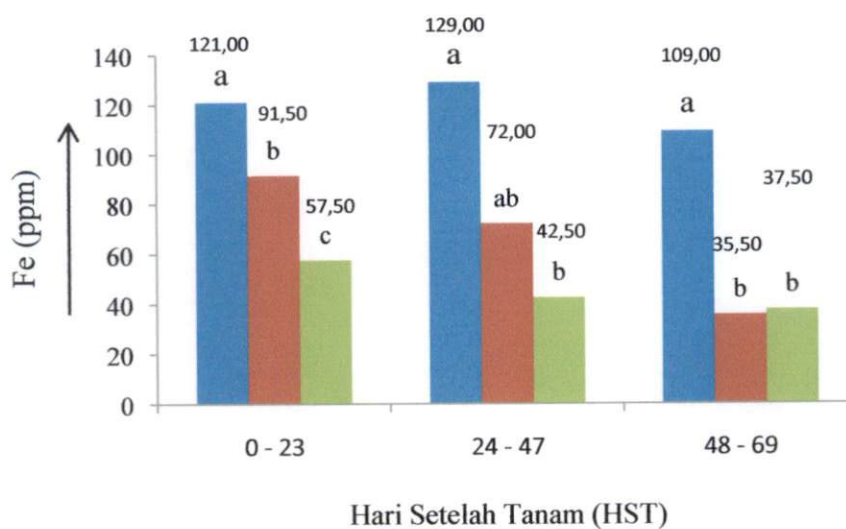
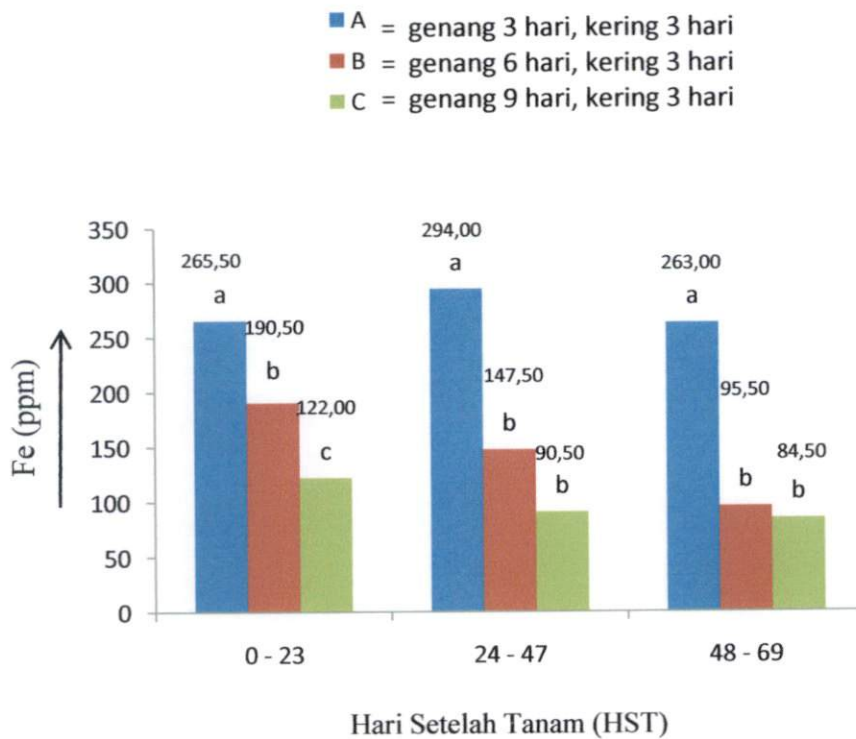
Kandungan Fe-dd tanah adalah 22,99 ppm yang tergolong tinggi. Unsur Fe mudah larut dan tersedia pada tanah masam, sehingga dapat meracun bagi tanaman. Besi ini larut dan tersedia bagi tanaman pada saat terjadinya peristiwa reduksi dalam bentuk Fe^{2+} , jika tersedia dalam bentuk yang banyak dapat meracun bagi tanaman.

4.2 Pengaruh Modifikasi Pemberian Air Terhadap Perpindahan Besi (Fe) Sampai Tanaman Mencapai Vegetatif Maksimum

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sampai tanaman mencapai vegetatif maksimum dengan menggunakan sawah bukaan baru dari Sitiung I Sumatera Barat yang telah diberi perlakuan sistem pemberian air diketahui kadar Fe air yang ikut berpindah saat pencucian. Pengaruh modifikasi pemberian air terhadap perpindahan Fe selama satu musim tanam terlihat pada Gambar 2.

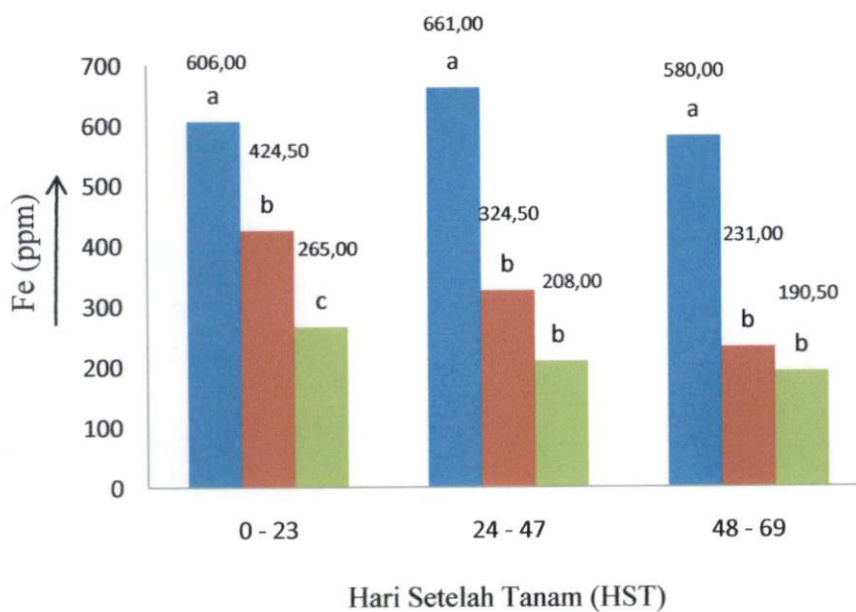
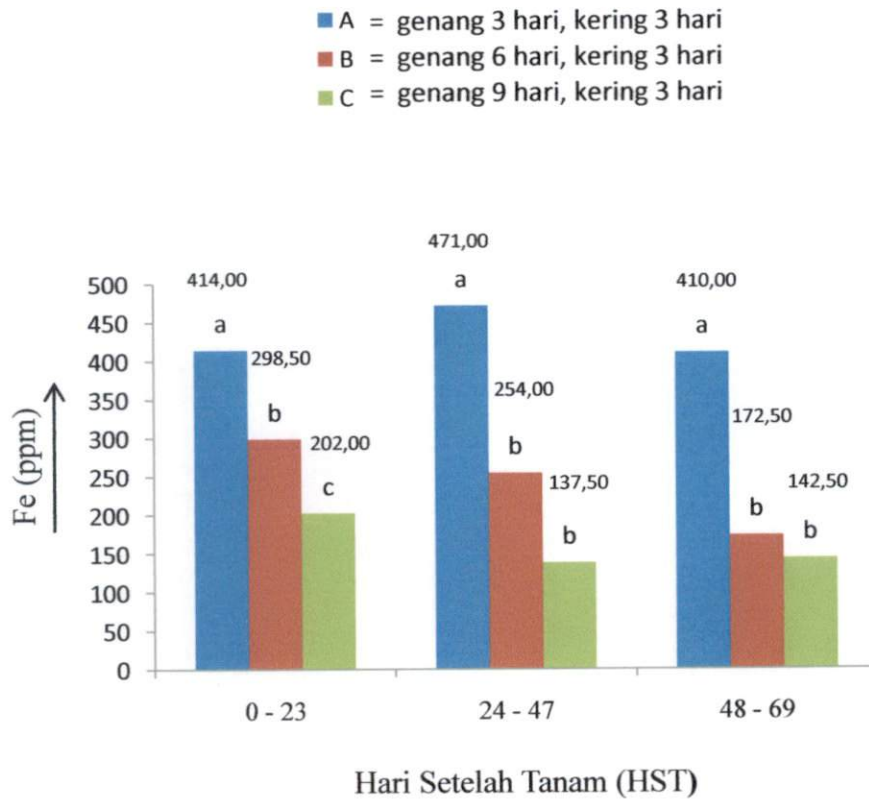
Perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) pada setiap posisi selalu menghasilkan jumlah Fe yang tinggi pada setiap bulannya, karena pada perlakuan A lebih sering terjadi proses penggenangan dan pengeringan dalam satu bulan sehingga nilai yang dihasilkanpun lebih tinggi. Setelah itu diikuti oleh perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) pada setiap bulannya. Kandungan Fe terendah terdapat pada perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C), karena pada perlakuan C proses penggenangan dan pengeringan lebih sedikit pada setiap bulannya. Selain itu juga dapat dilihat bahwa jumlah Fe yang dihasilkan pada tiap-tiap perlakuan yang dipengaruhi oleh variasi penggenangan memiliki hasil yang berbeda nyata pada semua posisi.

Berdasarkan perlakuan posisi tanah, terlihat bahwa jumlah Fe tertinggi terdapat pada posisi IV. Disebabkan karena pada posisi IV pengangkutan Fe dari posisi I, II, dan III tetap berlangsung, dan saat proses pengeringan terjadi penumpukan pada pot IV yang lebih tinggi.



Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji BNJ pada taraf 5 %.

Gambar 2a. Pengaruh modifikasi pemberian air terhadap jumlah perpindahan Besi (Fe) sampai tanaman mencapai vegetatif maksimum pada posisi II(atas) dan I (bawah)



Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5 %.

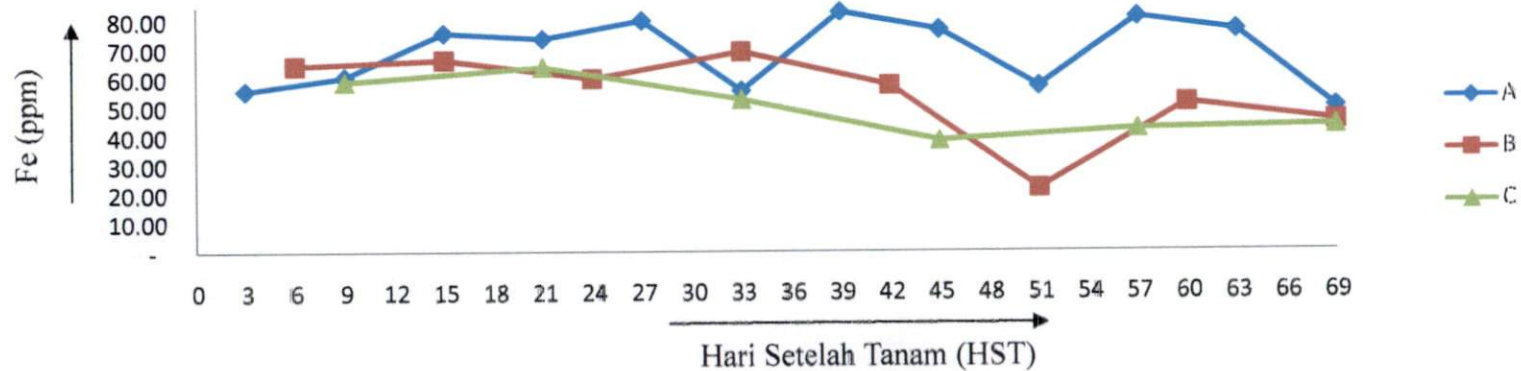
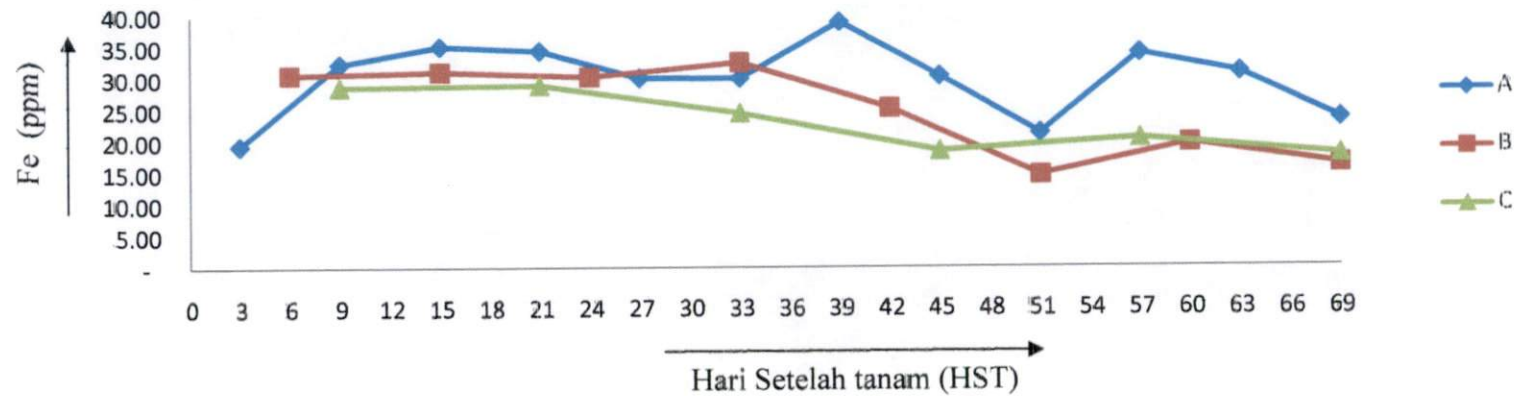
Gambar 2b. Pengaruh modifikasi pemberian air terhadap jumlah perpindahan Besi (Fe) sampai tanaman mencapai vegetatif maksimum pada posisi III (atas) dan IV (bawah)

Berdasarkan hasil yang diperoleh (Gambar 2), kandungan Fe pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) memiliki jumlah tertinggi pada bulan ke 2 pada setiap posisinya. Sedangkan pada perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) memiliki jumlah tertinggi pada bulan pertama pada setiap posisinya. Hal yang sama juga ditunjukkan pada perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) yang memiliki jumlah tertinggi pada bulan pertama. Diduga disebabkan karena awal penggenangan merupakan saat kenaikan kelarutan Fe^{2+} secara cepat, yang dipengaruhi oleh lama penggenangan. Pada perlakuan A, penggenangan dan pengeringan waktunya lebih pendek dibandingkan perlakuan B dan C sehingga kandungan Fe tertinggi terjadi pada bulan ke 2 sedangkan perlakuan B dan C sudah terjadi pada bulan 1.

4.3 Pengaruh Waktu Penggenangan dan Pengeringan Terhadap Pola Perpindahan Fe

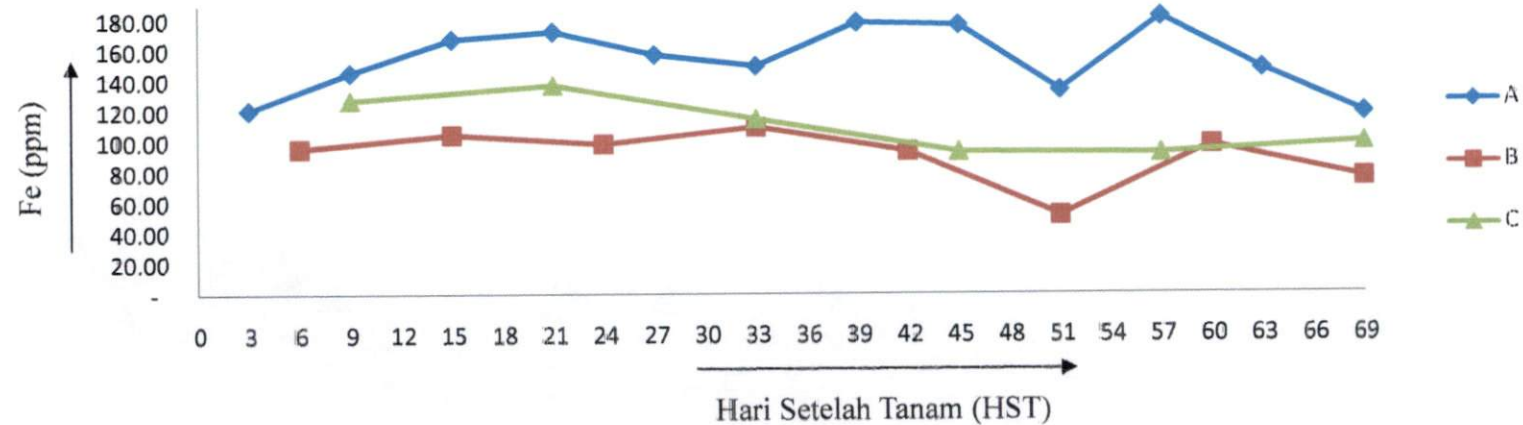
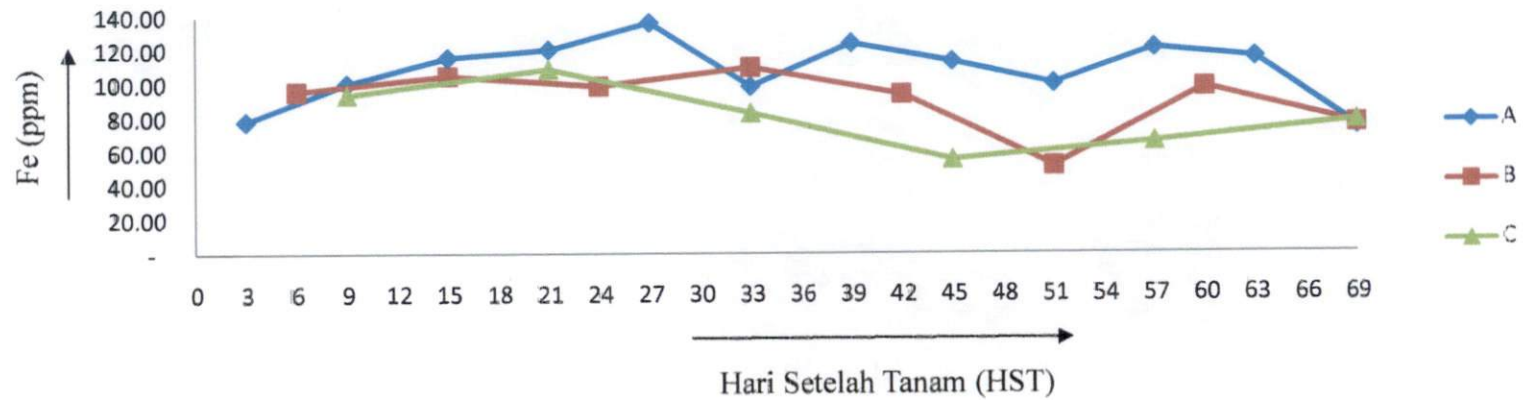
Pada Gambar 3, terlihat pola perpindahan Fe selama 69 hari setelah tanam (HST) mengalami fluktuasi yang berbeda, dengan jumlah yang naik turun. Hal ini dipengaruhi oleh penggenangan dan pengeringan. Jumlah Fe tertinggi disetiap posisi yang dipengaruhi oleh lamanya waktu penggenangan adalah pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A). Sedangkan jumlah Fe terendah pada akhir bulan ke 2 pada setiap posisi terdapat pada perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B). Namun rata-rata Fe penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) dan perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B).

Pergerakan unsur Fe pada posisi I cenderung menurun pada minggu terakhir. Pergerakan unsur Fe pada setiap posisi selalu mengalami penurunan yang drastis pada bulan terakhir untuk perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) dan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B). Sedangkan pada perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) penurunan pergerakan Fe tertinggi terdapat pada bulan kedua. Tetapi penurunan ini tidak sedrastis perlakuan A dan B dan mengalami peningkatan setelah bulan kedua tersebut.



Ket : A = genang 3 hari kering 3 hari, B = genang 6 hari kering 3 hari, C = genang 9 hari kering 3 hari

Gambar 3a. Pengaruh waktu penggenangan dan pengeringan terhadap pola perpindahan Fe pada posisi I (atas) dan II (bawah)



Ket : A = genang 3 hari kering 3 hari, B = genang 6 hari kering 3 hari, C = genang 9 hari kering 3 hari

Gambar 3b. Pengaruh waktu penggenangan dan pengeringan terhadap pola perpindahan Fe pada posisi III (atas) dan IV (bawah)

Pada posisi I memperlihatkan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A), pola perpindahan Fe yang tercuci paling tinggi yaitu 38,94 ppm terdapat pada 39 hari setelah tanam (HST), sedangkan pola perpindahan Fe penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) tertinggi yaitu 32,55 ppm terdapat pada 33 HST dan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) tertinggi yaitu 28,95 ppm terdapat pada 21 HST. Pada posisi II, penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) tertinggi yaitu 82,70 ppm terdapat pada 39 HST, sedangkan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) tertinggi yaitu 69,05 ppm terdapat pada 33 HST dan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) tertinggi yaitu 63,95 ppm terdapat pada 21 HST. Pada posisi III, penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) tertinggi yaitu 136,16 ppm terdapat pada 27 HST, sedangkan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) tertinggi yaitu 109,57 ppm terdapat pada 33 HST dan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) tertinggi yaitu 108,86 ppm terdapat pada 21 HST. Pada posisi IV, penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) tertinggi yaitu 181,49 ppm terdapat pada 57 HST, sedangkan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) tertinggi yaitu 156,27 ppm terdapat pada 6 HST dan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) tertinggi yaitu 137,54 ppm terdapat pada 21 HST. Dari Gambar 3 juga terlihat bahwa pada setiap posisi untuk perlakuan A dan B terjadi penurunan pada 51 HST. Diduga terjadi karena pada saat ini merupakan puncak dimana tanaman membutuhkan Fe.

Pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) kandungan Fe lebih tinggi yang diikuti perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) dan perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) pada setiap posisinya dan perpindahan Fe pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) lebih besar juga dibandingkan perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) dan perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C). Sedangkan pada perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) dan perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) pengendapan tanah lebih besar dibandingkan

dengan perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) sehingga Fe ikut mengendap sama tiap posisi pada minggu terakhir bulan kedua, sama-sama terjadi penurunan dan meningkat lagi pada minggu pertama bulan ke tiga. Karena tanah yang digunakan pada perlakuan penggenangan dan pengeringan ini yaitu tanah sawah bukaan baru berjenis Ultisol. Ultisol memiliki liat sesquioksida lebih besar sehingga pergerakan air dengan lama penggenangan 9 hari diselingi pengeringan 3 hari (C) menyebabkan pergerakan air menjadi lambat.

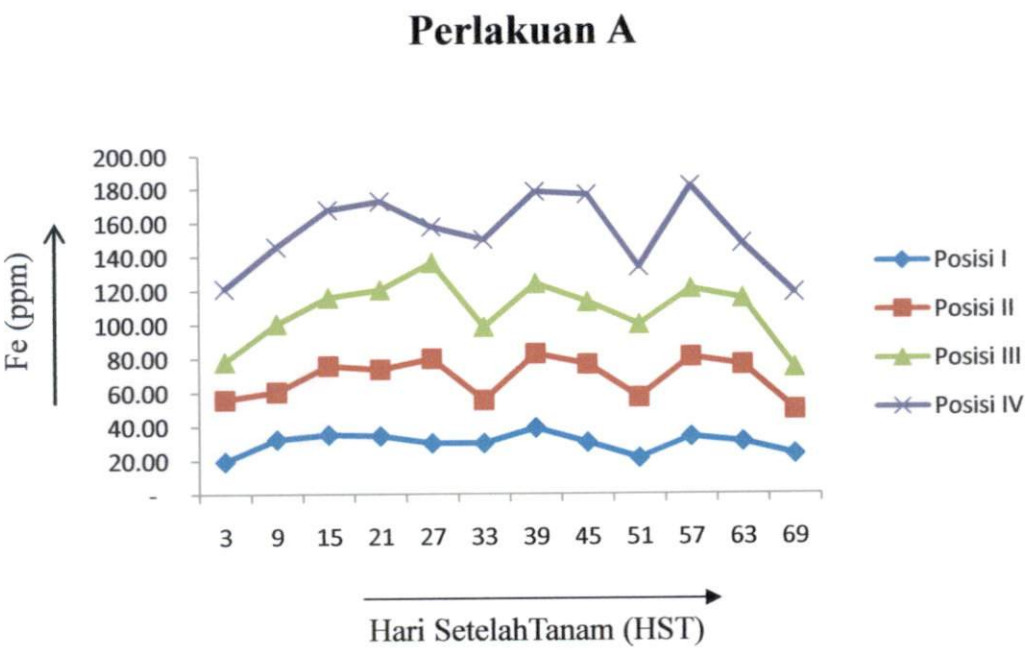
Jumlah Fe yang tercuci selama satu musim tanam setelah penggenangan dan pengeringan pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya karena pada perlakuan ini pencucian Fe sering dilakukan sehingga Fe yang tercuci lebih banyak. Dapat dilihat dari Gambar 3, Selang waktu penggenangan yang lebih lama menyebabkan kondisi tanah lebih reduktif sehingga banyak Fe^{2+} terbentuk. Pada saat pengeringan jumlah Fe^{2+} yang tercuci keluar lebih besar.

Penggenangan akan berpengaruh terhadap mobilitas Fe yang ada di dalam air dan tanah. Selama penggenangan Fe^{3+} dalam bentuk ferri hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) akan tereduksi menjadi Fe^{2+} dalam bentuk ferro hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) yang larut dalam air. Keadaan ini akan terus berlangsung, sehingga kadar Fe^{2+} akan terus meningkat seiring dengan lamanya penggenangan walaupun pada bulan pertama terjadi fluktuasi terhadap Fe^{2+} ini. Mitsuchi (1974 *cit* Fajri 2003), menyatakan penggenangan berpengaruh terhadap sifat kimia tanah, yaitu mobilitas Fe yang meningkat. Jumlah Fe^{3+} yang tereduksi menjadi Fe^{2+} selama penggenangan sangat beragam mulai dari beberapa persen hingga 90%.

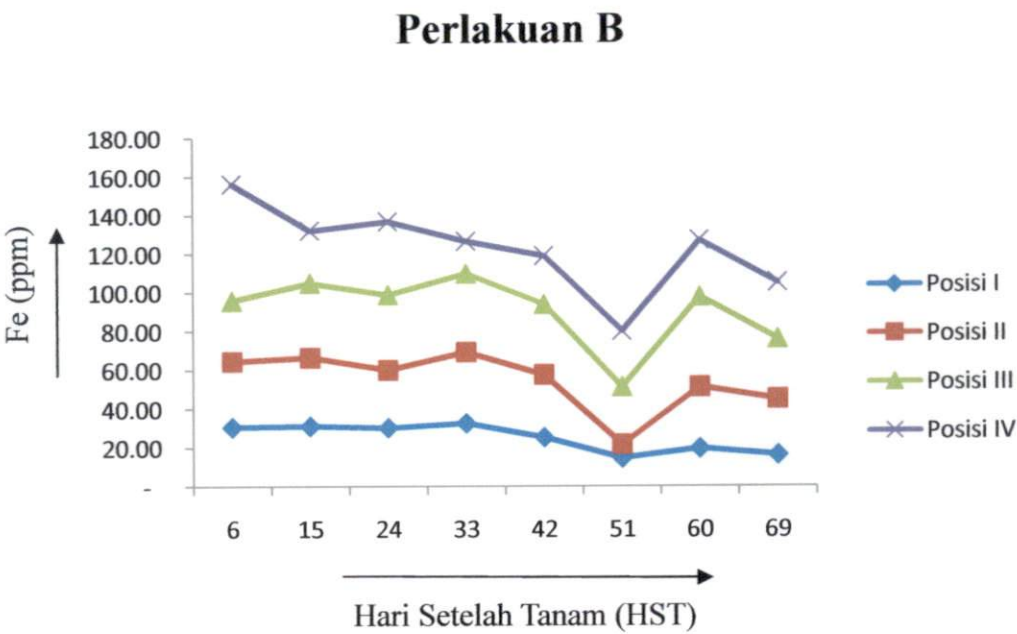
4.4 Pengaruh Posisi Pot Terhadap Pola Perpindahan Fe

Pola perpindahan Fe pada masing-masing pot pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A), perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) dan penggenangan 9 hari diselingi pengeringan 3 hari (C) dipengaruhi oleh posisi pot. Dari gambar 4 terlihat bahwa pola perpindahan Fe pada masing-masing pot terlihat adanya Fe yang hanyut terbawa aliran air dari posisi pot paling atas ke posisi pot paling

bawah dan ada juga Fe yang larut dalam tanah, sehingga pada Gambar 4 terlihat adanya peningkatan dan penurunan pada setiap perlakuan.

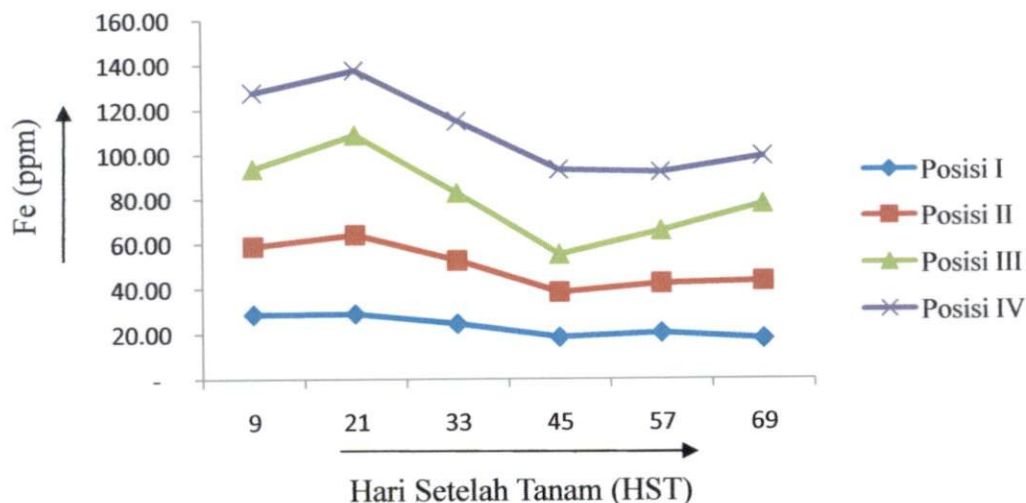


Ket : A = penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan
Gambar 4a. Pengaruh posisi pot terhadap pola perpindahan Fe pada perlakuan A



Ket : A = penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan
Gambar 4b. Pengaruh posisi pot terhadap pola perpindahan Fe pada perlakuan B

Perlakuan C



Ket : A = penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan

Gambar 4c. Pengaruh posisi pot terhadap pola perpindahan Fe pada perlakuan C

Pola perpindahan Fe meningkat di posisi IV pada masing-masing perlakuan seperti terlihat pada penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A), pola pergerakan Fe meningkat pada 57 HST. Hal yang sama juga terjadi pada pada posisi I, II, dan III. Tetapi rata-rata di awal penggenangan terjadi peningkatan dan pada 33 HST, 51 HST dan 69 HST terjadi penurunan. Perpindahan Fe yang stabil terlihat pada posisi I. Hal ini disebabkan karena Fe pada posisi I hanya berasal dari air irigasi sedangkan pada posisi II, III, dan IV terjadi penambahan dari posisi di atasnya.

Pada perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) pada posisi IV, terjadi penurunan Fe dari awal penggenangan, tetapi pada 60 HST terjadi peningkatan dan pada 69 HST terjadi penurunan lagi. Pada posisi II, III dan IV, pola perpindahan Fe tidak begitu melihatkan perbedaan. Sedangkan pada perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C), untuk semua posisi terjadi penurunan pada 45 HST dan setelah itu terjadi peningkatan.

Dari Gambar 4, terlihat bahwa perpindahan Fe untuk setiap perlakuan di pengaruhi oleh posisi pot. Sumbangan Fe yang berasal dari pot yang posisinya lebih tinggi menyebabkan pot paling bawah memiliki kadar Fe lebih tinggi. Hal

ini disebabkan karena air limpahan dan pot lebih tinggi akan menjadi sumber air irigasi pot yang ada di bawahnya.

Menurut Breemen dan Moorman (1978), kadar Fe dan unsur hara lain yang masuk ke dalam satu petakan sawah tidak hanya berasal dari hasil reaksi kimia yang menghasilkan Fe^{2+} . Sumbangan Fe dan unsur hara lainnya juga berasal dari petakan sawah lain yang posisinya lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena metode irigasi yang dominan di Indonesia adalah sistim irigasi berulang, dimana air limpahan dan drainase petakan lebih tinggi akan menjadi sumber air irigasi petakan yang ada di bawahnya.

4.5 Analisis Tanah Setelah Penggenangan dan Pengeringan

4.5.1 Kandungan Fe-dd tanah setelah tanaman berumur 100 hari

Hasil analisis Laboratorium menunjukkan bahwa pengaruh pengaturan pemberian air tidak memperlihatkan perbedaan terhadap jumlah Fe-dd di dalam tanah yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan kandungan Fe-dd tanah sawah bukaan baru Sitiung I Sumatera Barat setelah tanaman berumur 100 hari

Perlakuan	Fe-dd (ppm)
AI, genang 3 hari kering 3 hari, posisi I	79,90 st
AII, genang 3 hari kering 3 hari, posisi II	81,76 st
AIII, genang 3 hari kering 3 hari, posisi III	76,58 st
AIV, genang 3 hari kering 3 hari, posisi IV	81,98 st
BI, genang 6 hari kering 3 hari, posisi I	74,20 st
BII, genang 6 hari kering 3 hari, posisi II	76,12 st
BIII, genang 6 hari kering 3 hari, posisi III	79,23 st
BIV, genang 6 hari kering 3 hari, posisi IV	83,91 st
CI, genang 9 hari kering 3 hari, posisi I	86,24 st
CII, genang 9 hari kering 3 hari, posisi II	77,57 st
CIII, genang 9 hari kering 3 hari, posisi III	75,72 st
CIV, genang 9 hari kering 3 hari, posisi IV	78,87 st

Ket : st = sangat tinggi

Berbagai pengaturan pemberian air yang dilakukan diperoleh kadar Fe-dd tanah tidak berbeda dinilai secara kriteria. Berada pada kriteria sangat tinggi untuk semua perlakuan. Tanah sawah yang digunakan baru 3 tahun dipersawahkan, di perkirakan Fe masih tinggi. Selain itu perlakuan penggenangan dan pengeringan hanya dilakukan selama 3 bulan saja, Fe dalam tanah belum menurun dibanding analisis tanah awal, bahkan lebih meningkat dari kriteria tinggi menjadi sangat tinggi. Diduga karena interval waktu penggenangan dan pengeringan yang dilakukan hanya sebentar sehingga belum terjadinya perubahan Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} walaupun sebaliknya pada saat pengeringan, sehingga menyebabkan terjadi penumpukan Fe^{3+} dalam tanah. Selain itu disebabkan karena pada saat penggenangan Fe mengendap dalam tanah, jadi pada saat pengeringan tidak semua Fe yang tercuci sehingga terjadi penumpukan Fe dalam tanah. Menurut Taher (1990), penggenangan tanah secara terus menerus akan mengakibatkan kadar Fe^{2+} tanah meningkat secara tajam.

Tingginya kandungan Fe-dd dalam tanah karena dengan penggenangan ferri hidroksida akan tereduksi menjadi ferro hidroksida yang larut dalam air, sehingga konsentrasinya dalam larutan tanah akan meningkat dan sampai pada batas tertentu dapat meracuni tanaman padi. Dalam keadaan reduksi senyawa Fe akan menjadi lebih tersedia (mobil) berada dalam bentuk ion ferro (Fe^{2+}) (Tan, 1992). Menurut Breemen dan Moorman (1978), keracunan besi terlihat bila kadar besi dalam tanah 20 – 40 mg/l, tetapi menurut IRRI (1964), keracunan besi baru terlihat bila kadar besi dalam tanah mencapai 400 mg/l dan menurut Hardjowigeno dan Rayes (2005), biasanya gejala keracunan besi baru muncul bila kadar besi dalam tanah 350 – 500 mg/l, sedangkan menurut Yu Tian-ren (1985), batas kritis Fe dalam larutan tanah adalah 50 – 100 ppm. Dari beberapa pendapat tersebut terjadi sedikit variasi, kemungkinan sehubungan dengan tempat penelitian dengan jenis tanah yang berbeda.

Lamanya waktu penggenangan 3, 6 dan 9 hari dengan masing-masing pengeringan selama 3 hari memberikan pengaruh yang sama terhadap kandungan besi (Fe) dalam tanah yaitu secara statistik (Lampiran 8) tidak berbeda nyata dan dinilai secara kriteria yang berada pada kriteria sangat tinggi juga tidak berbeda. Lamanya waktu penggenangan 3 hari saja sudah mempengaruhi kelarutan Fe,

sedangkan waktu pengeringan yang digunakan 3 hari belum merubah kandungan Fe tanah. Demikian juga halnya terhadap posisi penempatan pot, memberikan hasil yang juga sangat tinggi untuk masing-masing pot.

Walaupun kelarutan Fe dalam air tiap petak sawah sebagian sudah tercuci sebagaimana hasil analisis air pada Gambar 4, namun dalam tanah setelah panen masih tetap dalam jumlah yang sangat tinggi. Sehubungan dengan sifat dan ciri Ultisol yang digunakan berada pada daerah dengan curah hujan yang tinggi sehingga kation basa-basa seperti Ca, Mg, K, Na mudah hilang akibat proses pelapukan dan pencucian, sedangkan Al dan Fe yang mempunyai valensi lebih besar tahan terhadap pencucian dan juga sebagai pembentuk mineral liat pada Ultisol. Tingginya Fe pada Ultisol disebabkan karena terjadinya proses podsolisasi yaitu proses pencucian bahan organik dan seskuioksida dimana terjadi penimbunan Fe pada tanah (Hakim *et al*, 1986).

Ultisol mengandung Fe yang tinggi sehingga dengan perlakuan penggenangan dan pengeringan Fe masih tetap tinggi dalam tanah. Dengan waktu yang singkat dalam penelitian belum menurunkan kandungan Fe tanah. Penggenangan berpengaruh terhadap sifat kimia tanah, yaitu mobilitas Fe yang meningkat. Jumlah Fe^{3+} yang tereduksi menjadi Fe^{2+} selama penggenangan sangat beragam mulai dari beberapa persen hingga 90% (Mitsuchi, 1974 *cit* Fajri, 2003).

Berdasarkan hasil penelitian, penggenangan tanah secara bertahap memiliki nilai Fe-dd tanah yang sama secara statistik, ditunjukkan pada grafik jumlah perpindahan Fe. Perpindahan Fe secara bertahap sejak mulai awal penggenangan memiliki nilai yang hampir sama setiap bulannya. Menurut laporan BPTP Sukarami (1998), penggenangan kemudian dikeringkan atau penggenangan secara bertahap merupakan salah satu cara untuk mencegah akumulasi Fe dengan dikeringkan. Fe yang melarut saat digenangi tersedia bagi tanaman akan kembali menjadi Fe^{3+} yang tidak tersedia bagi tanaman. Sistem ini cukup efektif mengurangi keracunan Fe pada sawah bukaan baru. Dari hasil penelitian BPTP Sukarami (1998), bahwa kelarutan Fe^{2+} dapat dicegah dengan cara melakukan pengeringan.

Pengairan terputus memang dapat menanggulangi keracunan besi pada sawah bukaan baru. Pengairan terputus dapat mengurangi laju reduksi Fe^{2+} yang meracuni tanaman. Namun demikian penerapan pengairan terputus dilapangan harus hati-hati, karena selain Fe yang tercuci, kation basa-basa seperti Ca, Mg, K, N dan P juga ikut tercuci (Hartatik *et al*, 1997).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah diuraikan dan dibahas dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Jumlah perpindahan besi (Fe) dipengaruhi oleh posisi pot. Makin kebawah posisi pot, makin banyak input dan output Fe. Pot yang berada paling bawah pada posisi IV, memperoleh jumlah Fe yang lebih besar yaitu 181,49 ppm dari pada pot diatasnya (posisi I, II, dan III) yaitu berturut-turut sebesar 39,94 ppm ; 82,70 ppm dan 136,16 ppm.
2. Pola perpindahan Fe di pengaruhi oleh sistem pemberian air. Pencucian Fe yang paling intensif yang di pengaruhi oleh seringnya terjadi penggenangan dan pencucian terjadi pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) yaitu 661 ppm, diikuti oleh perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) yaitu 424,5 ppm dan perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) yaitu 265 ppm.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sebaiknya pada tanah sawah bukaan baru perlu dilakukan pengaturan air penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan. Untuk mengetahui sistem pemberian air yang tepat pada masing-masing posisi pot (petakan sawah), tidak hanya berpatokan pada laju pencucian Fe yang tinggi pada posisi pot yang semakin kebawah, namun perlu mempertimbangkan pola dan laju perpindahan unsur hara lain yang juga ikut pindah bersamaan dengan pencucian Fe.

RINGKASAN

Salah satu usaha pemerintah dalam pembukaan sawah baru yaitu dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal diantaranya Ultisol yang tersebar hampir disetiap pulau. Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang dijadikan sasaran pencetakan sawah baru terutama pada Kabupaten Dharmasraya.

Sebagian besar sawah bukaan baru yang dilakukan pada lahan kering selalu menghadapi banyak kendala. Kendala utama pada tanah tersebut adalah tingginya kemasaman tanah, kandungan bahan organik, dan unsur hara kalsium (Ca), magnesium (Mg), nitrogen (N), posfor (P), kalium (K) yang rendah serta larutan besi (Fe) yang tinggi dapat meracuni tanaman padi. Selain itu, masalah yang timbul adalah meningkatnya Fe terlarut (Fe^{2+}), disebabkan karena terjadinya perubahan kondisi yaitu kondisi oksidatif (kering) ke kondisi reduktif (tergenang).

Salah satu cara untuk melihat pola perpindahan Fe adalah dengan memodifikasi sistem pemberian air. Modifikasi sistem pemberian air ini dapat dilakukan dengan memvariasikan sistem pemberian air yaitu antara penggenangan dan pengeringan. Pada kondisi reduktif jumlah Fe^{2+} akan meningkat. Kemudian jika dikeringkan Fe^{2+} akan kembali menjadi Fe^{3+} sehingga Fe^{2+} yang meracun dapat dikurangi.

Sehubungan dengan pemikiran dan masalah yang telah dikemukakan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pola perpindahan Fe akibat modifikasi sistem pemberian air yang merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi keracunan Fe pada sawah bukaan baru. Penelitian dilakukan untuk memperoleh data tentang pola pemakaian berbagai sistim pemberian air irigasi yang tepat terhadap penurunan kadar Fe terlarut pada tanah sawah bukaan baru.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus 2010 sampai Januari 2011 di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Penelitian ini berbentuk percobaan pot dan dilanjutkan dengan analisis sifat kimia tanah di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan variasi penggenangan terdiri dari 3 taraf dengan 3 ulangan. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji

F pada taraf 5% dan untuk perlakuan yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

Pengamatan yang dilakukan untuk analisis air dan tanah di laboratorium meliputi tanah awal dan tanah setelah selesai analisis air yaitu pada tanaman berumur 100 hari. Sampel air yang diambil adalah sampel air yang keluar dari setiap pot pada saat 3 hari setelah tanam (HST) sampai 69 HST sesuai perlakuan.

Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah untuk tanah awal dinilai berdasarkan kriteria. Tanah bereaksi masam, kandungan C-organik sangat rendah, N-total sangat rendah, P-tersedia sangat rendah, Fe-dd tinggi, KTK rendah, Mg-dd rendah, dan Ca-dd, Na-dd, K-dd sangat rendah. Karena tanah sawah bukaan baru yang digunakan dalam penelitian berasal dari Ultisol yang sudah dipersawahkan selama 3 tahun. Tanah berada pada daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi, bersifat masam, miskin akan hara, dan umumnya kapasitas tukar kation (KTK) rendah karena pelapukan cepat dan pencucian yang tinggi. Kandungan Fe pada tanah juga sangat tinggi.

Perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) pada setiap posisi selalu menghasilkan jumlah Fe yang tinggi pada setiap bulannya, karena pada posisi A lebih sering terjadi proses penggenangan dan pengeringan dalam satu bulan sehingga nilai yang dihasilkanpun lebih tinggi. Setelah itu diikuti oleh perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) pada setiap bulannya. Nilai Fe terendah terdapat pada perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C), karena pada posisi C proses penggenangan dan pengeringan lebih sedikit pada setiap bulannya. Selain itu jumlah Fe yang dihasilkan pada tiap-tiap perlakuan yang dipengaruhi oleh variasi penggenangan memiliki hasil yang berbeda nyata pada semua posisi. Berdasarkan perlakuan posisi tanah, terlihat bahwa jumlah Fe tertinggi terdapat pada posisi IV. Disebabkan karena pada posisi IV pengangkutan Fe dari posisi I, II, dan III tetap berlangsung, dan saat proses pengeringan terjadi penumpukan pada pot IV yang lebih tinggi.

Pola perpindahan Fe selama 69 hari setelah tanam (HST) mengalami fluktuasi yang berbeda, dengan jumlah yang naik turun. Hal ini dipengaruhi oleh lamanya penggenangan dan pengeringan. Jumlah Fe tertinggi disetiap posisi yang

dipengaruhi oleh perbedaan pemberian air adalah pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A). Sedangkan jumlah Fe terendah pada akhir bulan ke 2 pada setiap posisi terdapat pada perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B). Namun rata-rata Fe penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) dan perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B).

Perpindahan Fe untuk setiap perlakuan di pengaruhi oleh posisi pot. Sumbangan Fe yang berasal dari pot yang posisinya lebih tinggi menyebabkan pot paling bawah memiliki kadar Fe lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena air limpahan dan pot lebih tinggi akan menjadi sumber air irigasi pot yang ada di bawahnya.

Pola perpindahan Fe pada masing-masing pot pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A), perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) dan penggenangan 9 hari diselingi pengeringan 3 hari (C) dipengaruhi oleh posisi pot. Pola perpindahan Fe pada masing-masing pot terlihat adanya Fe yang hanyut terbawa aliran air dari posisi pot paling atas ke posisi pot paling bawah dan ada juga Fe yang larut dalam tanah, sehingga terlihat adanya peningkatan dan penurunan pada setiap perlakuan.

Berbagai pengaturan pemberian air yang dilakukan diperoleh kadar Fe-dd tanah tidak berbeda dinilai secara kriteria. Berada pada kriteria sangat tinggi untuk semua perlakuan. Tanah sawah yang digunakan baru 3 tahun dipersawahkan, di perkirakan Fe masih tinggi. Selain itu perlakuan penggenangan dan pengeringan hanya dilakukan selama 3 bulan saja, Fe dalam tanah belum menurun dibanding analisis tanah awal, bahkan lebih meningkat dari kriteria tinggi menjadi sangat tinggi. Diduga karena interval waktu penggenangan dan pengeringan yang dilakukan hanya sebentar sehingga belum terjadinya perubahan Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} walaupun sebaliknya pada saat pengeringan, sehingga menyebabkan terjadi penumpukan Fe^{3+} dalam tanah. Selain itu disebabkan karena pada saat penggenangan Fe mengendap dalam tanah, jadi pada

saat pengeringan tidak semua Fe yang tercuci sehingga terjadi penumpukan Fe dalam tanah.

Dari hasil penelitian yang telah diuraikan dan dibahas dapat diambil beberapa kesimpulan : (1) Jumlah perpindahan besi (Fe) dipengaruhi oleh posisi pot. Makin kebawah posisi pot, makin banyak input dan output Fe. Pot yang berada paling bawah pada posisi IV, memperoleh jumlah Fe yang lebih besar yaitu 181,49 ppm dari pada pot diatasnya (posisi I, II, dan III) yaitu berturut-turut sebesar 39,94 ppm ; 82,70 ppm dan 136,16 ppm, (2) Pola perpindahan Fe di pengaruhi oleh sistem pemberian air. Pencucian Fe yang paling intensif yang di pengaruhi oleh seringnya terjadi penggenangan dan pencucian terjadi pada perlakuan penggenangan selama 3 hari diselingi 3 hari pengeringan (A) yaitu 661 ppm, diikuti oleh perlakuan penggenangan selama 6 hari diselingi 3 hari pengeringan (B) yaitu 424,5 ppm dan perlakuan penggenangan selama 9 hari diselingi 3 hari pengeringan (C) yaitu 265 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK, 1990, Budidaya Tanaman Padi. Kanisius, Jakarta 172 Halaman.
- Ahmad, F. 1990. Ameliorasi Sawah Bukaas Baru dengan Pupuk Alam Organik. dalam Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaas Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan Balitan BPTP Sukarami Solok. Halaman 193-198.
- Asnita, Y. 2009. Pengaruh Pemakaian Sistem Irigasi Berulang (Cascade Irrigation System) Terhadap Kandungan Fosfor (P) Tanah Sawah Berteras dan hasil Tanamam Padi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- BPTP Sukarami, 1998. Pengembangan Teknologi Budidaya Padi Sawah Bukaas Baru dan Sawah Intensifikasi Berkadar P Tinggi. Laporan Tahunan 1996/97.
- Breemen, N.V. dan Moorman, F.R. 1978. Iron-toxin Soils. In Soilsand Rice. The International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna Philipines. 193 halaman.
- Clesceri, L. S., A. E. Greenberg, and A.D. Eaton (Eds). 1998. Standard Methods for The Eximanation of Water and Wastewater. 20th Edition, APHA AWWA WEF Maryland, USA *cit* Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk.
- Dardak, A. 1990. Pengelolaan Dampak Sawah Bukaas Baru. Prosiding : Pengelolaan Sawah Bukaas Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 277 – 286 .
- Departemen Pertanian Satuan Pengendali Bimas. 1983. Pedoman Bercocok Tanam Padi, Palawija, dan Sayur-sayuran. Jakarta .48-163 halaman.
- Fajri, 2003. Studi Karakteristik Besi (Fe) Pada Tanah yang Akan Dijadikan Sawah Diproyek Peningkatan Produksi Pangan Batang Hari, Tesis Program Pasca Sarjana. Universitas Andalas. 79 Halaman.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa,. A.M. Lubis. Nugroho S.G; Saul M.R.; Diha M.A.; Hong G.B.; dan Bailey H.H., 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. 488 halaman.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. CV. Akademika Pressindo. Jakarta. 286 Halaman.
- Hardjowigeno, S dan Rayes. 2005. Tanah Sawah : Karakteristik, Kondisi, dan Permasalahan Tanah Sawah Di Indonesia. Bayumedia Publishing. Malang.

- Hartatik, W, L. Retno Widowati dan Sulaeman. 1997. Pengaruh Potensial Redoks terhadap Ketersediaan Hara Pada Tanaman Padi Sawah. Hal: 19-33. Prosiding Pertemuan. Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Cisarua, Bogor 4-6 Maret 1997.
- Herviyanti. 2007. Upaya Pengendalian Keracunan Besi (Fe) dengan Asam Humat dan Pengelolaan Air untuk Meningkatkan Produktifitas Ultisol yang Baru disawahkan. Disertasi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Ismunadji dan Roechan. 1988. Hara Mineral Tanaman Padi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. Halaman 231-269.
- International Institute of Tropical Agriculture. 2000. Selected Methods for Soil and Plants Analysis. Oyo Road. Ibadan. Nigeria.
- IRRI. 1964. Annual Report For 1963, 199p. Los Banos, Philippines.
- Karama. 1990. Usaha Tani Lahan Sawah Bukaak Baru. Dalam Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaak Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 434-458.
- Lopulisa, C. 1990. Karakteristik Lahan Bukaak Baru, Potensi dan Kendalanya dalam Menunjang Pelestarian Swasembada Pangan. Dalam Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaak Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 179-192.
- Luki, U., Syahni, R dan Rasyidin, A. 1990. Pengaruh Lamanya Waktu Penggenangan dan Pencucian Terhadap Beberapa Ciri Kimia Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Padi pada Sawah Bukaak Baru. Dalam Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaak Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 439-452.
- Noor, M. 1996. Padi Lahan Marginal. Penebar Swasembada. Jakarta. 213 Halaman.
- Nyakpa, M.Y., A.M. Lubis, M.A. Pulung, J.G. Amrah, A. Munawar, G.B. Hong dan N. Hakim. 1988. Kesuburan Tanah. Badan Kesarjanaan Universitas Lampung. Lampung. 258 halaman.
- Oktavia, N. 1999. Tingkat Pemberian Pupuk Kandang Terhadap P-Tersedia dan Hasil Padi Sawah pada Daerah Intensifikasi Bukit Gombang Kabupaten Tanah Datar. Skripsi Sarjana Pertanian. Universitas Andalas. Padang. 51-53 Halaman.

- Patrick, Jr w.H. and C.N. Reddy. 1978. Chemical Changes In Rice Soils, In : Soil and Rice. The International Rice Research Institute. Los Banos. Laguna. Philippines. P. 361-380.
- Ponnamperuma, F. N. 1977. Physico-Chemical Properties of Submarget Soils In Relation to Fertility. IRRI Res. Pap. Ser. No.5
- Rusman, B. 1990. Prospek Pengembangan Sawah Bukaian Baru pada Tanah Podsolik Merah Kuning. Dalam Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 309 – 315.
- Sanchez, P. A. 1993. Sifat dan Pengolahan Tanah Tropika. Terjemahan oleh Hamzah, A. Penerbit ITB. Bandung. 302 halaman.
- Santosa, I.G.N. 2008. Conservation of Water Resources is As the Key to Realize Sustainable Water Use. Food Security and Poverty Alleviation. A Paper Presented for the Symposium on Efficient and Sustainable Water Use to Address Poverty Alleviation and Food Security. :151-156
- Satari, G., Nurpilihan, Y. Sumarni. 1990. Masalah Keracunan Besi dan Keragaman Tanaman Padi Pada Agroekosistem Sawah. Dalam Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 329 – 341.
- Siregar, H. 1987. Budidaya Tanaman Padi di Indonesia. Sastra Hudaya. Jakarta. 319 halaman.
- Soemartono, Samad, dan Harjono. 1984. Bercocok Tanam Padi. CV. Yasaguna. Jakarta. 199 halaman.
- Suganda, H. 2008. Produksi Pangan dan Beras Persediaan Kita. [http // c-tinemu. Blogspot.com /2008/12/02 Produksi Pangan dan Beras.](http://c-tinemu.blogspot.com/2008/12/02/Produksi%20Pangan%20dan%20Beras)
- Suharta, N dan M. Soekardi. 1994. Potensi Sumberdaya Lahan Untuk Pencetakan Sawah Irigasi di Lokasi PIADP Kalimantan dan Sulawesi. Risalah Hasil Penelitian Potensi Sumber Daya Lahan Untuk Pengembangan Sawah Irigasi di Kalimantan dan Sulawesi.
- Taher. 1990. Perpadian Dunia, Transmigrasi dan Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Di Indonesia. Dalam Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 4-8.
- , dan H. Abbas. 1990. Pengelolaan Sawah Bukaian Baru Menunjang Pelestarian Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Dalam

- Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan BPTP Sukarami Solok. Halaman 19-29.
- Tan, K. H. 1992. Dasar-Dasar Kimia Tanah. Terjemahan dari Radjagukguk, B. Penyunting. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 295 Halaman.
- Taslim, H. dan A.M Fagi. 1988. Ragam Budidaya Padian. Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 215 – 269 halaman.
- Wardhana, S. A. 2006. Pengaruh Lama Penggenangan dan Pengeringan Terhadap Tingkat Kelarutan Besi (Fe) pada Sawah Bukaan Baru. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Wiralaga, A. Y., A.M. Lubis, M.A. Palung, N. Hakim, M.Y. Nyakpa. 1988. Kimia Tanah. Badan Kerjasama Ilmu Tanah BKS-PTN/USAID (University of Kentucky) Wetern Universities Agriculture Education Project. 396 halaman.
- Yu Tian Ren. 1985. Physical Chemistry of Paddy Soils. Science Press, Beijing Springer-Verlag. Berlin Heidel-Berg. 217 Halaman.

Lampiran 1. Jadwal kegiatan penelitian (Agustus 2010 – Januari 2011)

No	Kegiatan	Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan	X	X																						
2	Pengambilan tanah dan analisis tanah awal			X	X																				
3	Penyiapan Media Tanam dan Persemaian					X	X	X																	
4	Pemupukan dan Penanaman							X																	
5	Pemeliharaan dan Pengamatan							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
5	Pengambilan sampel tanah akhir dan analisis tanah akhir																	X	X	X	X				
6	Laporan dan Skripsi																						X	X	

Lampiran 2. Nilai kemasaman tanah (pH) dan potensial redoks (Eh) tanah sawah bukaan baru Sitiung I Sumatera Barat setelah tanaman berumur 100 hari

Perlakuan	pH (1 : 2,5)	Eh (mV)
AI, genang 3 hari kering 3 hari, posisi I	5,5 m	-6,0
AII, genang 3 hari kering 3 hari, posisi II	5,5 m	-7,0
AIII, genang 3 hari kering 3 hari, posisi III	5,5 m	-7,5
AIV, genang 3 hari kering 3 hari, posisi IV	5,0 m	-7,0
BI, genang 6 hari kering 3 hari, posisi I	5,0 m	-8,5
BII, genang 6 hari kering 3 hari, posisi II	5,0 m	-8,5
BIII, genang 6 hari kering 3 hari, posisi III	5,5 m	-8,0
BIV, genang 6 hari kering 3 hari, posisi IV	5,0 m	-8,0
CI, genang 9 hari kering 3 hari, posisi I	5,0 m	-5,0
CII, genang 9 hari kering 3 hari, posisi II	5,0 m	-5,0
CIII, genang 9 hari kering 3 hari, posisi III	5,0 m	-5,5
CIV, genang 9 hari kering 3 hari, posisi IV	5,0 m	-5,5

Ket : m = masam

Lampiran 3. Deskripsi padi varietas IR 42

Tahun pelepasan	: 1980
SK pelepasan	: 760 / Kpts / TP.240 / 11 / 1989
No. Seleksi	: IR 32307 - 107 - 3 - 22
Asal	: Persilangan IR2042/CR-94-13
Golongan	: Cere (indica)
Umur tanaman	: 135 - 145 hari
Tinggi tanaman	: 90 - 105 cm
Anakan produktif	: 20 – 25 batang/rumpun
Bentuk tanaman	: Tegak
Warna kaki	: Hijau
Warna batang	: Hijau
Warna daun	: Hijau tua
Warna daun telinga	: Tidak berwarna
Warna lidah daun	: Tidak berwarna
Permukaan daun	: Kasar
Posisi daun	: Tegak
Daun bendera	: Tegak, sempit dan panjang
Bentuk gabah	: Ramping
Warna gabah	: Kuning bersih, ujung gabah sewarna
Kerontokan	: Sedang
Kerebahan	: Tahan
Rasa nasi	: Pera
Bobot 1000 butir	: 21,4 - 23,3 gram
Kadar amilosa	: 27%
Potensi hasil	: 4,5 – 5,5 ton/ha gabah kering
Ketahanan terhadap hama	: Tahan wereng coklat biotipe 1,2,3 dan wereng hijau. Agak tahan wereng punggung putih
Ketahanan terhadap penyakit	: Tahan terhadap bakteri busuk daun (<i>Xanthomonas oryzae</i>), virus tungro, kerdil rumput dan <i>Pyricularia oryzae</i> . Toleran terhadap tanah asam dan peka terhadap <i>Rhizoctonia oryzae</i>
Keterangan	: Baik untuk padi sawah - Cukup baik untuk padi rawa/pasang surut

Sumber : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sukarami Kotamadya Solok Sumatera Barat

Lampiran 4. Jenis dan jumlah bahan kimia yang digunakan untuk analisis tanah di laboratorium

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Alkohol	1 liter
2	Amonium asetat	38,54 gram
3	Amonium molibdad	540 ml
4	Asam askorbat	1080 ml
5	Aquadest	5 liter
6	BaCl ₂	20 gram
7	Carbon aktif	1 gram
8	CuSO ₄	0.5 gram
9	H ₂ SO ₄ pekat	1 liter
10	H ₃ BO ₃	1,5 liter
11	H ₂ O ₂	500 ml
12	HCl pekat	300 ml
13	Indikator Conway	200 ml
14	Kalium Antimoniltartat	180 ml
15	KCl 1 N	5,5 liter
16	K ₂ Cr ₂ O ₇	12,3 gram
17	NaF	360 ml
18	NaOH	1,5 liter
19	Na ₂ SO ₄	13 gram
20	Penolpthalein	180tes
21	Serbuk selenium	0,2 g
22	Sukrosa baku	29,68 g
23	2,2-bipyridyn	0,2 g

Lampiran 5. Jenis dan jumlah alat yang digunakan di lapangan dan di laboratorium.

No	Nama Alat	Jumlah
1	Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)	1 unit
2	Alat Destilasi	1 unit
3	Alat Destruksi	1 unit
4	Alat Tulis	2 buah
5	Ayakan 2 mm	1 unit
6	Buret	1 buah
7	Botol semprot	1 buah
8	Corong	20 buah
9	Cawan aluminium	36 buah
10	Desikator	1 buah
11	Ember	36 buah
12	Erlenmeyer	25 buah
13	Gelas piala 250,500, dan 1000 ml	3 buah
14	Gelas Ukur 25, 50 ml	3 buah
15	Kertas label	3 set
16	Kertas saring	2 kotak
17	Kertas Tissue	3 gulung
18	Kran	36 buah
18	Labu Ukur	20 buah
19	Labu Kjeldahl	8 buah
20	Mesin Pengocok	1 unit
21	Oven	1 unit
22	Pipet tetes	2 buah
23	Pipet Gondok	1 buah
24	pH meter	1 unit
25	Polybag	36 buah
26	Pemanas	1 unit
27	Spektrofotometer	1 unit
28	Sentrifus	1 unit
29	Tabung film	50 buah
30	Tabung semprot	1 buah
31	Timbangan Analitik	1 unit

Lampiran 6 : Prosedur analisis tanah dan air di laboratorium

- a. Penetapan pH H₂O tanah (Bates, 1954 *cit* International Institute of Agriculture, 2000)

Pereaksi : Aquades, Larutan penyangga pH 7 dan 4

Prosedur : Ditimbang, sampel tanah 10 g, di masukan kedalam tabung film dan ditambahkan aquades 25 ml. Kemudian dikocok selama 30 menit dengan mesin pengocok, dan didiamkan sebentar. Diukur dengan menggunakan pH meter yang telah distandarkan dengan larutan penyangga pH 4 dan pH 7.

- b. Penetapan N total dengan Metoda Kjeldahl (Bates, 1954 *cit* International Institute of Agriculture, 2000)

Pereaksi : H₂SO₄ pekat, 50 %, H₃BO₃, Indikator Conway, H₂SO₄ 0,1 N, serbuk selenium.

Prosedur : Ditimbang 0,5 contoh tanah kering lolos ayakan 0,5 mm ke dalam labu kjeidahl. Ditambahkan 1 g bubuk selenium, dan 5 ml asam sulfat pekat, serta goyangkan. Lalu campuran tersebut didestruksi diatas tungku listrik dalam lemari asam dengan api kecil, kemudian dibesarkan sampai larutan menjadi putih susu, angkat dan didinginkan, lalu ditambahkan 40 ml aquades. Larutan tersebut dipindahkan ke dalam labu didih dan ditambahkan 15 ml NaOH 40 %. Labu didih dihubungkan dengan alat destilasi dan kran air pendingin dibuka. Hasil destilasi ditampung dengan 15 ml 4% H₃BO₃ dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 2 tetes indicator Conway. Tungku pemanas dihidupkan dan didestilasi selama 15 menit, tetesan destilat akan turun melalui pipa penyuling ke dalam erlemeyer penampung, Bila tetesan destilat tidak mengandung amoniak, ujung pipa yang terendam destilat disemprot dengan air suling, lalu hasil destilat diangkat. Ujung pipa dimasukan kedalam tabung yang berisi aquades dan api tungku dimatikan. Hasil destilasi dititrasi dengan larutan 0,1 N H₂SO₄ sampai warna hijau berubah menjadi warna merah muda. Jumlah H₂SO₄ yang terpakai dicatat.

Lalu dilakukan cara yang sama terhadap blanko.

Perhitungan : $N \text{ total (\%)} = (a - b) \times 0,1 \times 14 \times 100/w \times KKA$

Keterangan :

- a = ml H_2SO_4 untuk penitaran contoh
- b = ml H_2SO_4 untuk penitaran blanko
- 14 = Bobot atom nitrogen
- w = Berat contoh tanah yang digunakan (mg)

c. Penetapan C-Organik tanah dengan Metode Walkley and Black (**Black, C.A, 1965 cit International Institute of Agriculture, 2000**)

Pereaksi : Larutan 1 N kalsium kromat (949,04 $K_2Cr_2O_7$ dalam 1 liter air suling), Asam sulfat pekat, larutan 0,5 % barium klorida (5 g $BaCl_2$ dalam 1 liter air suling), sakarosa baku.

Prosedur : Pertama dibuat larutan sukrosa baku yang mengandung 5, 10, 15, 20 dan 25 mg C yaitu dengan cara melarutkan 29,68 g sukrosa baku yang telah kering dengan air suling dalam labu ukur 250 ml, lalu dipipet berturut-turut 5 , 10 ,15, 20, dan 25 ml diencerkan hingga 100 ml dengan air suling (aquadest). Kemudian di pipet larutan tersebut masing-masing 2 ml, masukan ke dalam 5 erlemeyer. Erlemeyer ini berturut-turut mengandung 5, 10, 15, 20, dan 25 mg C. Timbang 0,5 g tanah ditambah 10 ml $K_2Cr_2O_7$ 1 N dan 20 ml H_2SO_4 96 % lalu dikocok hingga tercampur kemudian diamkan selama 30 menit, setelah itu ditambahkan 100 ml $BaCl_2$ 0,5 % sehingga sulfat akan mengendap menjadi $BaSO_4$ diamkan hingga larutan jernih. Pindahkan larutan ke tabung reaksi, kemudian ke kuvet dan ukur dengan spektrometer pada panjang gelombang 645 $m\mu$.

Perhitungan :

$$\% C \text{ organik} = \frac{mg \text{ C kurva}}{mg \text{ tan ah}} \times 100 \times KKA$$

$$\% \text{ Bahan Organik} = 1,72 \times \% C \text{ organik}$$

- d. Penetapan KTK tanah dengan Metoda Leaching (**Black, C.A, 1965 cit International Institute of Agriculture, 2000**)

Pereaksi : Amonium asetat pH 7, alcohol 40 % aquades, indicator Conway, NaOH 40 %, H_2SO_4 0,1 N, asam borak 4 %.

Prosedur : Dimasukan 5 g tanah kering udara kedalam gelas piala 250 ml. Ditambahkan 50 ml larutan ammonium asetat pH 7 dan aduk dengan batang pengaduk serta diamankan selama semalam. Setelah itu disaring dengan kertas saring dan ditampung fitratnya dalam labu ukur 100 ml. Sisa tanah dikertas saring pada gelas piala dicuci dengan 20 ml ammonium asetat dan diulang sampai beberapa kali sampai fiotratnya yang ditampung mencapai 100 ml.

Fitrat dipindahkan kedalam labu ukur dan volumenya ditetapkan sampai 100 ml dengan ammonium asetat pH 7. Tanah pada kertas saring dicuci dengan 25 – 30 ml alcohol untuk setiap kali pencucian. Tanah pada kertas saring dipindahkan pada labu kjeldahl dan ditambahkan 200 ml aquades dan sedikit batu apung serta 20 ml NaOH 40 %, kemudian dihubungkan dengan alat destilasi. Hasil destilasi ditampung dengan erlemeyer yang berisi 25 ml asam borat dan 3 tetes indicator Conway. Destilasi dihentikan setelah destilat mencapai 200 ml. Destilat dititrasi dengan asam sulfat 0,1 N sehingga warna biru berubah menjadi merah muda. Dengan cara yang sama juga dilakukan untuk blanko.

Perhitungan :

$$KTK (me/100g) = (a - b) \times \underline{N} \times 100/w \times KKA$$

Dimana : a = ml H_2SO_4 untuk penitar sampel tanah

b = ml H_2SO_4 untuk penitar blanko

\underline{N} = Normalitas H_2SO_4 (0,1)

W = berat sampel tanah

KKA = 1 + %kadar air

- e. Penetapan P Tersedia dengan Metoda Bray II (**Bray, 1967 cit Intenational Institut of Tropikal Agriculture, 1979**).

Pereaksi : Larutan P-A (Bray II), P-B, P-C dan Aquades

P - A : (0,1 N HCl + 0,03 N H₄F). Dilarutkan 1,1 g NH₄F, lalu ditambahkan 16,64 HCl dengan 1.1 Aquades.

P - B : Dilarutkan 3,8 g NH₄ molibdat dengan 300 ml aquades pada suhu 60°C, kemudian didinginkan 75 ml HCL pekat, lalu ditambahkan larutan ammonium molobdad dan diencerkan sampai 1000 ml.

P - C : Serbuk pereduksin baku (ditumbuk dalam lumpang porselin 2,5 g amino 2-noftol 4 sulfonat, 5 g Na₂SO₃ dan 149 g Na₂S₂O₅ ditimbang 8 g lalu dimasukan ke dalam aquades 50 ml dan dipanaskan lalu didiamkan selama 12 – 16 jam sebelum dipakai dan ditutup dengan kertas karbon.

Prosedur : Sebanyak 1,5 g contoh tanah kering udara dimasukan ke dalam erlemeyer 50 ml. Tambahkan 15 ml larutan P-A dan kira-kira 1 g karbon aktif. Dikocok selama 15 menit dengan mesin pengocok, lalu di saring, Hasil saringan dipipet sebanyak 5 ml dan dimasukan ke dalam kuvet, kemudian kadar P diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 660 um dan dan baca tranmitannya. Nilai absorban dikalibrasi dengan kurva baku. Kemudian dilakukan penetapan blanko. Untuk pembakuan dibuat larutan baku berkadar 0,1, 2, 3, 4, 5, 5 ppm P dengan melarutkan 0,2195 g KH₂PO₄ pada 100 ml larutan Bray II. Dipipet berturut-turut 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 ml larutan 50 ppm P ke dalam labu ukur 100 ml, maka diperoleh leret larutan baku. Kemudian dipipet 5 ml larutan baku tersebut ke dalam kuvet, ditambahkan 5 ml P_B dan 5 tetes P_C. Larutan baku diukur dengan Spektrofotometer pada panjang gelombang 660 um, lalu dicatat nilai trasmitannya dan ditentukan absorbannya.

Perhitungan : P- tanah (ppm) = P larutan (ppm) x 15/1,5 x KKA

- f. Penetapan K, Ca, Mg, Na-dd dengan Metoda Pencucian Amonium Asetat (**Black, C.A, 1965 cit International Institute of Agriculture, 2000**)

Pereaksi : Ammonium asetat pH 7 1N, alkohol 40%

Prosedur : 2.5 g tanah yang lolos ayakan 2 mm diperkolasikan dengan ammonium asetat H 7 1N sebanyak 30 ml kedalam Erlenmeyer

250 ml sampai volumenya menjadi 50 ml. Untuk penetapan K, Na, Ca, dan Mg tanah dilakukan pengenceran 10 kali, kemudian ekstrak diukur dengan AAS yang telah distandarkan menurut analisis yang telah dilakukan.

Perhitungan :

$$K\text{-dd(me/100g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times K \text{ ppm kurva} \times KKA}{20 \times BE K}$$

$$Ca\text{-dd(me/100g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times Ca \text{ ppm kurva} \times KKA}{20 \times BE Ca}$$

$$Mg\text{-dd(me/100g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times Mg \text{ ppm kurva} \times KKA}{20 \times BE Mg}$$

$$Na\text{-dd(me/100g)} = \frac{100/2,5 \times 50/5 \times Na \text{ ppm kurva} \times KKA}{20 \times BE Na}$$

- g. Penetapan Fe-dd Metoda KCl 1 N (**Jackson, 1965 cit International Institute of Agriculture, 2000**)

Bahan : KCL 1 N

Prosedur : Tanah sebanyak 5 g lolos ayakan 2 mm dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Kemudian ditambahkan 50 ml KCl 1 N dan dikocok selama 2 jam, lalu disaring ke dalam labu ukur 50 ml. Hasil saringan dicukupkan hingga batas tanda garis labu ukur 50 ml. Selanjutnya dibuat larutan standar yang mengandung 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm Fe, kemudian dilakukan pengukuran dengan AAS.

Perhitungan : Fe tanah (ppm) = Fe dalam larutan (ppm) x 50/5 x KKA

- h. Penetapan kandungan Fe air (**Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 1998 cit Balai Penelitian Tanah, 2005**)

Prosedur : Dipipet sampel air sebanyak 20 ml, lalu disaring dengan kertas saring kedalam labu ukur 50 ml. Dibuat larutan standar yang mengandung 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm Fe. Kemudian dilakukan pengukuran dengan AAS.

Lampiran 7. Kriteria penilaian sifat kimia tanah

Sifat Kimia Tanah*)	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N-total (%)	< 0,1	0,1 – 0,2	0,21 - 0,5	0,51- 0,75	> 0,75
C-organik (%)	< 1	1 - 2	2,01 - 3	3,01 - 5	> 5,01
P-tersedia (ppm)	< 5	5 - 14	15 - 39	40 - 60	> 60
Ca-dd (me/100gr)	< 2,0	2,1 – 5,0	6 – 10	11 - 20	> 20
Mg-dd (me/100gr)	< 0,3	0,4 – 1,0	1,1 – 3,0	3,1 – 8,0	> 8,0
K-dd (me/100gr)	< 0,1	0,1 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,0	> 1,0
Na-dd (me/100 g)	< 0,10	0,1 - 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,0	> 1,0
Fe-dd (ppm)	< 1	1,0 - 4,9	5,0 – 18,9	19 – 56	> 56
KTK (me/100g)	< 5	5 - 16	17 - 24	25 - 40	> 40

Sifat Kimia Tanah	Nilai					
	Sangat masam	Masam	Agak masam	Netral	Agak alkalis	Basa
pH (H ₂ O)	< 4,5	4,5 – 5,5	5,6 – 6,5	6,6 – 7,5	7,6 – 8,5	> 8,5

Sumber : Staf Pusat Penelitian Tanah (1983; *cit* Hardjowigeno, 2003)

Lampiran 8. Tabel Sidik ragam

Tabel Sidik Ragam Fe tanah

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	11	284,879	25,8981	0,58 tn	2,72
Sisa	12	532,082	44,3402		
Total	23	816,961			

KK : 8,39%

Tabel Sidik Ragam pH tanah

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	11	0,07575	0,00689	0,83 tn	2,72
Sisa	12	0,10005	0,00834		
Total	23	0,17580			

KK : 1,54%

Tabel Sidik Ragam Eh tanah

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	11	39,4583	3,58712	4,10*	2,72
Error	12	10,5000	0,87500		
Total	23	49,9583			

KK : 13,77%

Tabel sidik ragam Fe air

Bulan 1 posisi 1

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	4039,00	2019,50	50,9*	9,55
Sisa	3	119,00	39,67		
Total	5	4158,00			

KK : 7,00%

Bulan 1 posisi 2

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	20606,3	10303,2	175*	9,55
Sisa	3	177,0	59,0		
Total	5	20783,3			

KK : 3,99%

Bulan 1 posisi 3

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	45064,3	22532,2	192*	9,55
Sisa	3	352,5	117,5		
Total	5	45416,8			

KK : 3,56%

Bulan 1 posisi 4

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	116442	58221,2	264*	9,55
Sisa	3	663	220,8		
Total	5	117105			

KK : 3,44%

Bulan 2 posisi 1

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	7734,33	3867,17	9,34*	9,55
Sisa	3	1242,50	414,17		
Total	5	8976,83			

KK : 25,07%

Bulan 2 posisi 2

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	44082,2	22041,2	21,4*	9,55
Sisa	3	3085,0	1028,3		
Total	5	47163,3			

KK : 18,08%

Bulan 2 posisi 3

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	114589	57294,5	54,4*	9,55
Sisa	3	3163	1054,2		
Total	5	117752			

KK : 11,29%

Bulan 2 posisi 4

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	221342	110671	25,1*	9,55
Sisa	3	13253	4418		
Total	5	234595			

KK : 16,71%

Bulan 3 posisi 1

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	7012,33	3506,17	15,2*	9,55
Sisa	3	693,00	231,00		
Total	5	7705,33			

KK : 25,05%

Bulan 3 posisi 2

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	40026,3	20013,2	38,7*	9,55
Sisa	3	1553,0	517,7		
Total	5	41579,3			

KK : 15,41%

Bulan 3 posisi 3

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	85908,3	42954,2	53,5*	9,55
Sisa	3	2409,0	803,0		
Total	5	88317,3			

KK : 11,73%

Bulan 3 posisi 4

SK 5%	DB	JK	KT	F Hit	F tabel
PERLAKUAN	2	183434	91717,2	53,3*	9,55
Sisa	3	5163	1720,8		
Total	5	188597			

KK : 12,43%

Keterangan : * = berbeda nyata

tn = berbeda tidak nyata